

TESIS DOCTORAL



FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS POSTOPERATORIOS

TRAS DOS ABORDAJES DE PLEXO BRAQUIAL

EN CIRUGÍA DE MIEMBRO SUPERIOR

ROGELIO ROSADO CARACENA

MADRID 2017

AGRADECIMIENTOS

*A mi director, por su paciencia y su amistad
A FREMAP, por incentivar la investigación
A todos los que me ayudaron en la recogida de datos
(mis compañeros, mis compañeras, Marta, María y Elena)*

*A mi familia,
Clara y Gabriela, mis dos alegrías
Héctor, gigante y tan pequeño aún
Ana, mi compañera, mi amor, mi felicidad*

ACRÓNIMOS

ACC/AHA: American College of Cardiology/American Heart Association

AG: Anestesia General

AR: Anestesia Regional

ASA: American Society of Anesthesiologists

C3: Raíz Cervical Tercera

C4: Raíz Cervical Cuarta

C5: Raíz Cervical Quinta

C6: Raíz Cervical Sexta

C7: Raíz Cervical Séptima

CAM: Cuidados Anestésicos Monitorizados

CPPD: Cefalea Post-punción Dural.

EVA: Escala Visual Analógica

IASP: Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (International Association Pain Study)

IV: Intravenoso

mA: Mili-Amperio

mg: Miligramos

ml: Mililitro

PCA: Patient Controlled Analgesia (analgesia controlada por el paciente)

PNI: Lesión Neurológica Periférica

PONS: Early Transient Postoperative Neurologic Symptoms

SA: Arteria Subclavia

TCI: Infusión Guiada por Objetivo

TIVA: Anestesia Total Intravenosa

MPQ: McGill Pain Questionnaire

BPI: Cuestionario Breve del Dolor

DN4: Neuropathic Pain Diagnostic Questionnaire

NPS: Neuropathic Pain Scale

MHZ. Megahertzios

INDICE

1. INTRODUCCION	11
1.1 HISTORIA DE LA ANESTESIOLOGÍA	11
1.2 HISTORIA DE LA ANESTESIA REGIONAL	14
1.3 ANESTESIA REGIONAL. VENTAJAS RESPECTO ANESTESIA GENERAL	17
1.4 PLEXO BRAQUIAL	21
1.4.1 ANATOMÍA MACROSCÓPICA	21
1.4.2 INERVACIÓN SENSITIVA Y MOTORA	24
1.4.3 ELEMENTOS VASCULARES	26
1.4.4 ARQUITECTURA NEURAL	28
1.4.5 TEJIDOS CIRCUNDANTES	33
1.5 ABORDAJES ANESTÉSICOS DEL PLEXO BRAQUIAL	36
1.5.1 ABORDAJE INTERESCALÉNICO	36
1.5.2 ABORDAJE SUPRACLAVICULAR	37
1.5.3 ABORDAJE INFRACLAVICULAR	39
1.5.4 ABORDAJE AXILAR	40
1.5.5 COMPARATIVA ENTRE ABORDAJES	41
1.5.6 MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN DE LOS DISTINTOS ABORDAJES	42

1.5.7 TIPOS DE ANESTÉSICO LOCAL USADOS EN LOS	
ABORDAJES	44
1.6 COMPLICACIONES DE LA ANESTESIA REGIONAL	45
1.6.1 COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS	46
1.6.1.1 A NIVEL NEUROAXIAL	48
1.6.1.2 A NIVEL PERIFÉRICO	50
1.6.1.3 RELACIONADAS CON CIRUGÍA ORTOPÉDICA	53
1.6.2 BASES ANATOMOFISIOPATOLÓGICAS DE LA LESIÓN	
NERVIOSA PERIFÉRICA	56
1.6.2.1 FISIOPATOLOGÍA DE LESIÓN NERVIOSA	
PERIFÉRICA	56
1.6.2.2 ETIOLOGÍA DE LA LESIÓN NERVIOSA	
PERIFÉRICA	57
1.7 OBJETIVOS	62
2. PACIENTES Y MÉTODOS	63
2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	63
2.1.1 ESTIMACIÓN TAMAÑO MUESTRAL	64
2.1.2 APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA	64
2.1.3 CRITERIOS INCLUSIÓN	64
2.1.4 CRITERIOS EXCLUSIÓN	65

2.1.5	ANÁLISIS PREVISTO RETIRADAS Y ABANDONOS	65
2.1.6	TRATAMIENTO DE PÉRDIDAS PREINCLUSIÓN	65
2.2	PACIENTES	66
2.3	MÉTODOS	67
2.3.1	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA. REALIZACIÓN BLOQUEO DEL PLEXO BRAQUIAL	67
2.3.2	SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO. PRIMERAS 24 HORAS	78
2.3.2-A	ESCALAS DE MEDICIÓN DEL DOLOR. ESCALA VISUAL ANALÓGICA.	78
2.3.2-B	ESCALAS DE MEDICIÓN DEL DOLOR. SÍNTOMAS NEUROPÁTICOS. ESCALA DN4	79
2.3.3	SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO. 6 SEMANAS TRAS CIRUGÍA	80
2.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	80
3.	RESULTADOS	82
3.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	82
3.2	ANÁLISIS COMPARATIVO	87
4.	DISCUSION	94
5.	CONCLUSIONES	113

6.	RESUMEN	114
7.	ÍNDICE FIGURAS, TABLAS y GRÁFICOS	117
8.	BIBLIOGRAFÍA	120
9.	ANEXOS	132

PREFACIO

“Por muchos triunfos que consiga la mente, por muchos dones que enriquezcan la humanidad, no habrá en el transcurso de los siglos una hora más dulce que aquélla en que la esperanza, la duda y el temor contemplaron, en medio de profundo silencio, a un cerebro audaz decretar con voluntad casi divina la muerte del dolor”

WEIR MITCHELL, 1896

1. INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA DE LA ANESTESIOLOGÍA

A través del tiempo, el hombre se ha preocupado por encontrar métodos para controlar el dolor físico. De esa inquietud nace todo lo que hoy en día es la especialidad de “Anestesiología y Terapéutica del Dolor”.

Si nos remontamos a la Antigüedad, en tiempos de Hipócrates y Galeno, se dieron los primeros pasos en la lucha contra el dolor con el uso de las esponjas soporíferas. Este sistema consistía en la combinación de mandrágora, beleño y opio ¹.

El alcohol no se sabe cómo ni cuándo se descubrió, ni en qué momento se comenzó a utilizar como medicamento contra el dolor. Al parecer, según Howard Riley, *“la historia de la anestesia exhala un vaho de alcohol”*. El Éter y el Cloroformo, son productos derivados del alcohol.

El opio se usó desde la época anterior a Cristo. Generalmente se mezclaba con vino. De hecho, la tintura de opio (Láudano) mezclada con whisky se usó durante mucho tiempo para preparar al paciente para cirugía.

Teodorico de Lucca, fraile, médico y cirujano del siglo XIII, empleaba esponjas empapadas en una mezcla de opio, beleño, jugo de mora verde y jugo de hojas de mandrágora (llamado *“esponja quirúrgica”*, *“bola”* o *“manzana somnifera”*) aplicadas a la nariz del paciente para dormirlo antes de iniciar el procedimiento quirúrgico¹.

Todos estos métodos comenzaron a caer en desuso a partir del siglo XV debido a la influencia religiosa de la Inquisición.

Realmente, la historia de la Anestesia como ciencia, en el sentido estricto de la palabra, se inició con los adelantos de la química y, especialmente, con el descubrimiento de algunos gases en estado puro (oxígeno, óxido nitroso, anhídrido carbónico...).

Josef Priestley, descubrió el oxígeno en 1771. Un año después, en 1772, descubrió el óxido nitroso¹.

En 1800, Humphry Davy, publica un artículo *“Researches, Chemical and Philosophical; Chiefly Concerning Nitrous Oxide...”* en el que se explican los efectos del óxido nitroso, y describe sensación de mareo, relajación muscular y audición más aguda. Por sus efectos sobre la conducta se le denominó “gas hilarante”.

El siguiente evento importante es el aislamiento de Morfina a partir del opio por F.W. Saturner en 1806. Éste fue el primer alcaloide aislado y muy usado por ser seguro y fácil de manejar.

Por fin aparecen los nombres de dos grandes hombres que introdujeron un cambio en el rumbo de la historia de la anestesiología. Se trata de los doctores Horace Wells y William Morton. Inicialmente trabajaron juntos en Boston, pero sus diferentes ideas les hicieron separarse y seguir diferentes caminos.

Wells continuó experimentando con el óxido nitroso en sus pacientes, hasta que es invitado por un cirujano, el profesor Warren, para realizar una demostración en el Hospital General de Massachusetts, en Boston.

El 15 de enero de 1845 y ante un nutrido público, Horace Wells se dispone a hacer inhalar óxido nitroso a su paciente. Cuando se preparaba para empezar a extraer una muela al paciente, éste comienza a dar gritos desesperados. Horace Wells ha fracasado y

pierde toda su credibilidad científica ².

Luego de la derrota de su colega, Morton empieza a investigar con Éter en perros, en sus amigos y en sí mismo. Tuvo la oportunidad de poner a prueba su método con un paciente que acudió a su consultorio por un terrible dolor de muelas. Le hizo inhalar Éter y cuando estuvo suficientemente profundo le realizó la extracción sin que esto le produjera dolor.

De aquí en adelante se dedicó a diseñar su pequeño aparato de anestesia que consistía de una esfera de vidrio con fieltro en su interior y dos orificios: uno superior a través del cual se introducía éter y uno inferior del cual salía la boquilla que iba a la boca del paciente. Cuando ya estuvo listo le solicitó autorización al profesor Warren para realizar una demostración de su método en el anfiteatro de la escuela de medicina de Harvard. Fijaron la fecha en el 16 de octubre de 1846. El paciente tenía un enorme tumor de la glándula submaxilar que debía ser extirpado. Una vez dormido el paciente, de nombre Gilbert Abbott, el doctor Warren procedió a realizar la incisión, fue una gran sorpresa para todos el ver que el paciente no se defendió durante la cirugía y que se pudiera terminar el acto quirúrgico sin que hubiera indicios de dolor ^{1,2}.



Figura 1. Morton aplica la primera anestesia (16 de octubre de 1846) ²

1.2 HISTORIA DE LA ANESTESIA REGIONAL

El interés de la Anestesia Regional (AR), hoy en día y en su origen, radica en la ventaja que supone conseguir insensibilizar una parte del cuerpo sin los efectos sistémicos que supone los fármacos de acción general (inhalados o intravenosos) ¹.

Los egipcios comprimieron los nervios periféricos, métodos que aún se usaba en el siglo XVIII para las amputaciones.

Igualmente se ensayó la aplicación de frío como medio de conseguir anestesia. En 1852, James Arnott empleaba una mezcla de hielo y sal en la zona que iba a operar.

Sin embargo, también desde la Antigüedad se había pensado en evitar el dolor introduciendo sustancias en el interior del organismo a través de la piel y directamente en los músculos o la sangre. En 1664, Johan

Segismundo Elshotiz introdujo las inyecciones intravenosas como método para la administración de medicamentos.

A principios del siglo XIX, de forma paralela a los fármacos generales Éter y óxido nitroso, se descubre Morfina.

Pero quien verdaderamente popularizó el método de administración intravenosa de sustancias fue el médico francés Charles Gabriel Pravaz, quien diseñó una jeringa precursora de las actuales. La dosificación se conseguía dando vueltas al eje del pistón. El inglés Williams Fergusson la simplificó y posteriormente el fabricante Luer la industrializó de forma similar a las actuales. Este invento hizo posible la incorporación al organismo de dos sustancias singularmente importantes en el campo de la analgesia y de la anestesia: Morfina y Cocaína.

Como anestésico, la morfina no tuvo éxito; sin embargo, se aplicó rápidamente contra diversos tipos de dolor. Muy pronto, escapó de las manos de los médicos y fue usada con otros fines. La morfina desplazó, definitivamente, al opio en el mundo occidental. Era una droga de ciudadanos con un alto nivel sociocultural: burgueses, intelectuales y profesionales (farmacéuticos, médicos y enfermeras). En la Guerra Civil Americana (1861-65) fue empleada masivamente y junto a éter alivió el sufrimiento de los heridos. Pero a la vez apareció bien pronto la *"Army disease"*, es decir, la drogodependencia (se dice que esta contienda creó más de millón y medio de morfinómanos). La guerra Franco-Prusiana de 1870 crearía idéntico problema en Europa incrementándose el problema ya existente en América.

El otro producto que irrumpió en el interior del organismo gracias a la

aguja y a la jeringa fue la cocaína y también se empleó para los mismos usos que la morfina, aun cuando en éste prevaleció el carácter anestésico sobre las propiedades analgésicas.

La coca fue conocida desde siempre por los aborígenes amerindios. La coca es un arbusto de la especie *Erythroxylon Coca*, de la cual se conocen unas 120 variedades. La primera descripción de sus efectos se debe al religioso Tomás Ortiz, en 1499. En tiempos de Felipe II se la llamaba “hayo”. Aunque entonces era utilizada como droga ritual por personajes de la nobleza inca, posteriormente, bajo la acción de los conquistadores, se difundió su uso y se convirtió en un producto de consumo habitual entre los indígenas sometidos a trabajos pesados y agotadores³.

En 1857, el doctor Sherzer trajo a Europa hojas de coca y en 1859, en el laboratorio de doctor Friedech Wöhler, el químico Albert Nieman aisló el alcaloide al que llamó Cocaína. Wöhler ya describió que Cocaína producía “embotamiento de los nervios gustativos y una completa insensibilidad”. En ese mismo año de 1884 Sigmund Freud publicó su trabajo “*Über Coca*” donde describe sus beneficios, recomienda para curar el morfinismo, contra los trastornos gástricos, contra el asma y como afrodisíaco.

Carl Koller comunicó el 15 de septiembre, en Heidelberg, sus conclusiones sobre el empleo de Cocaína como anestésico para intervenciones oculares. En noviembre de 1884 Williams H. Halsted descubre la anestesia troncular empleando una solución de Cocaína al 4% inyectada. Halsted fue cirujano en la Universidad de John Hopkins desde 1889 hasta su muerte en 1922. A él se debe la popularización

del uso de los guantes en cirugía.

En 1885, el americano Leonard Corning inventó la anestesia espinal inyectando cocaína en la región lumbar de la médula espinal y fue el primero que insinuó los efectos de la anestesia epidural. Fue Bier quien, en 1898, realizó la primera anestesia espinal con Cocaína, señalando ya la existencia de cefaleas como secuela de dicha técnica. A nivel del plexo braquial, fue Hall quien hizo la primera notificación del uso de Cocaína para bloquear los nervios que componen el plexo en 1884.

En 1905, el doctor Heinrich Braun mejoró los resultados y la duración de la cocaína añadiéndole Adrenalina.

Fue preciso esperar hasta 1946, año en el que, con la introducción en clínica de nuevos anestésicos locales de baja toxicidad (Tetracaína, Lidocaína, Bupivacaína³), este tipo de anestesia alcanzó un gran impulso.

Desde entonces hasta el día de hoy se han descubierto gran número de sustancias que han hecho de la anestesia local un método seguro y eficaz para evitar el dolor en pequeñas intervenciones quirúrgicas, desarrollando nuevas expectativas en la especialidad, no sólo como método para evitar el dolor de la cirugía, sino para aliviar el dolor crónico que padecen más de 6 millones de personas en España.

1.3 ANESTESIA REGIONAL. VENTAJAS RESPECTO ANESTESIA GENERAL

La AR permite adecuar la anestesia a determinadas regiones anatómicas corporales. Se distinguen dos tipos: neuroaxial

(subaracnoidea, epidural, caudal y combinada) y bloqueos nerviosos periféricos (anestesia del plexo braquial y bloqueos nerviosos tronculares).

En la AR se administran anestésicos locales que se depositan en las proximidades de estructuras nerviosas para conseguir desde ahí un bloqueo selectivo de la generación y conducción del impulso nervioso.

Las ventajas de las técnicas locorreregionales en relación con la Anestesia General (AG) son⁴:

- Disminución de los requerimientos analgésicos y un control más eficaz del dolor en el postoperatorio.
- Menor incidencia de náuseas y vómitos.
- Menor necesidad de vigilancia postoperatoria.
- Disminución de la trombosis venosa profunda y de la tromboembolia pulmonar.
- Recuperación más rápida de la función intestinal.
- Disminución del estrés perioperatorio.
- Disminución de la hemorragia.
- Reducción de las complicaciones respiratorias (especialmente atelectasias).
- Menor incidencia de episodios de isquemia miocárdica.
- Deambulación precoz.
- Menor disfunción cognitiva en pacientes ancianos.
- Alta hospitalaria más precoz con menores costes.

La anestesia combinada consiste en la utilización simultánea, como técnica anestésica, de una AG y una AR. Se recomienda para la

analgesia selectiva intraoperatoria y postoperatoria mediante el uso del catéter de anestesia regional/epidural.

Existen algunas evidencias de que la anestesia multimodal, combinando un bloqueo regional junto con antiinflamatorios no esteroideos y con una AG con fármacos de rápida eliminación, manteniendo las técnicas analgésicas locorregionales en el postoperatorio, permite una extubación más rápida de los pacientes y confiere a este tipo de anestesia las ventajas ya mencionadas de la AR.

Los inconvenientes de las técnicas regionales son: consumen tiempo en su realización, la existencia de cierta inestabilidad hemodinámica si no se disminuyen las dosis de los anestésicos generales y, por último, el riesgo de lesión nerviosa que supondría la producción de un hematoma alrededor de una estructura neural, lo que obliga al mantenimiento de forma exquisita de los intervalos de seguridad con los fármacos anticoagulantes⁴.

Conocidas estas ventajas, y con el objetivo de analizar la actividad anestésica, en el año 2003 la Sociedad Catalana de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor realizó un estudio transversal, en forma de encuesta para conocer la proporción de uso de cada tipo de anestesia⁵:

- Anestesia Regional: 41,4%.
- Anestesia General: 33,5%.
- Anestesia Combinada: 3,5%.
- Sedaciones o Cuidados Anestésicos Monitorizados: 21,6%.

Dentro de la anestesia general la distribución fue la siguiente:

- Anestesia balanceada: 60,2%.
- Anestesia total intravenosa (*TIVA*): 30,6%.
- Anestesia inhalatoria pura: 9,2%.

Para la anestesia regional los resultados mostraron:

- Subaracnoidea: 46,1%.
- Epidural: 19,7%.
- Anestesia del plexo: 6,8%.
- Anestesia regional intravenosa: 2,1%.
- Anestesia peribulbar/retrobulbar: 13,6%.

Las técnicas combinadas se realizaron más frecuentemente en centros con programas de formación de residentes. Así mismo, fueron las técnicas anestésicas que, con más frecuencia, llevaron asociada una técnica analgésica especializada del tipo *PCA* (patient controlled analgesia) intravenosa o regional.

Es de interés para los anestesiólogos saber si una técnica anestésica es mejor que otra, así como qué técnica conlleva menor morbilidad, es decir, menor riesgo anestésico. Cohen et al., en su investigación mediante análisis multivariable, realizada en Canadá en 100.000 intervenciones quirúrgicas, evidenciaron que la elección de la técnica anestésica no aportaba información pronóstica adicional respecto a predecir la mortalidad más allá de la enfermedad del paciente y del procedimiento quirúrgico. Ello sugiere que el tipo de anestesia se ajusta a la enfermedad del paciente y al procedimiento quirúrgico de forma individualizada, evitando aumentar la mortalidad por la propia técnica anestésica ^{6,7}.

1.4 PLEXO BRAQUIAL

1.4.1 ANATOMÍA MACROSCÓPICA

Previamente a la realización de cualquier bloqueo del plexo braquial a sus distintos niveles, es fundamental conocer el origen de las estructuras neurales que lo forman.

El plexo braquial se origina de los **ramos anteriores** de las raíces cervicales *C5,C6,C7,C8* y parte de la primera raíz torácica (*T1*).

Los ramos anteriores de *C5* y *C6* se unen a la altura del escaleno medio para formar el **tronco superior**; *C7* en solitario formará el **tronco medio**, y el **tronco inferior** corresponderá a los ramos anteriores de *C8* y *T1*⁸.

En ocasiones puede haber variaciones a la regla anterior, como contribuciones de *C4* y *T2*.

Una vez formados los troncos, descienden hacia el miembro superior pasando por el túnel (figura 2) formado por los músculos escaleno anterior y medio (el denominado surco interescalénico), que es la referencia clásica para el bloqueo del plexo braquial a nivel interescalénico por referencias anatómicas⁹.

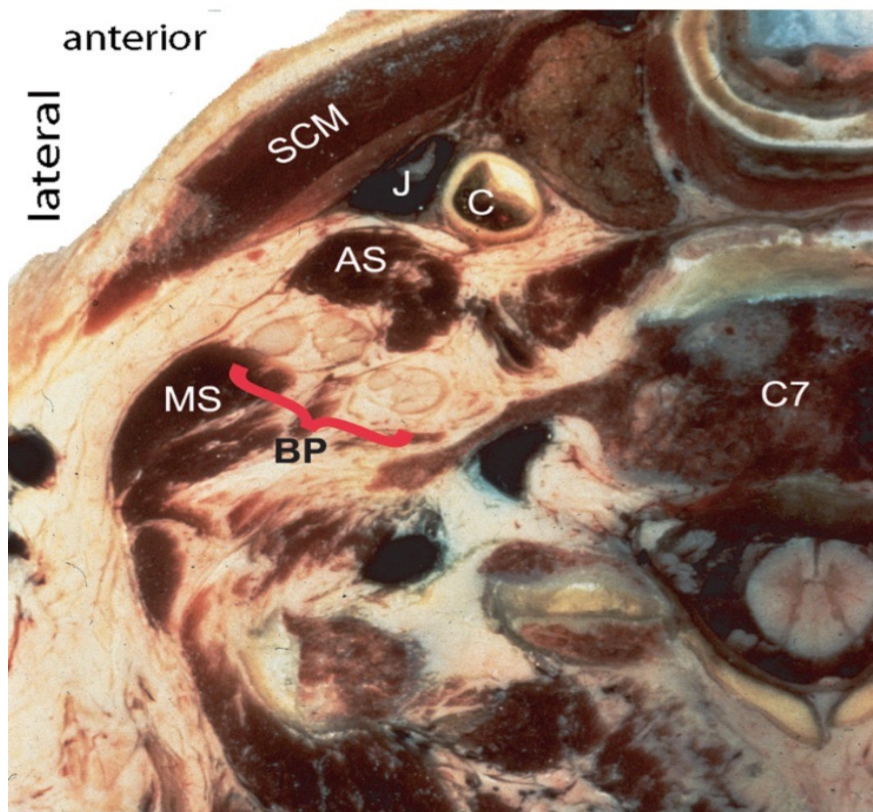


Figura 2. Corte del cuello a nivel C7.
 Plexo braquial (BP), entre escaleno anterior (AS) y escaleno medio (MS).
Surco Interescalénico (flecha azul).
 C y J (Arteria carótida y Vena Yugular Interna).
 SCM, músculo esternocleidomastoideo.

En su descenso a la extremidad superior, a nivel de la primera costilla, los tres troncos se separan en **divisiones**, que se colocan desde posterior a anterior sobre el borde superior de la primera costilla (figura 3).

A partir de este momento las divisiones se reorganizan en **cordones**, que se nombran como lateral, posterior y medial según su relación con la arteria axilar. La parte anterior de las divisiones (correspondientes al tronco superior y medio) forman el cordón lateral, las divisiones posteriores de los tres troncos forman el cordón posterior y las

divisiones anteriores del tronco inferiores forman el cordón medial. Los tres cordones dan las ramas terminales del plexo. Del cordón lateral nace el nervio musculocutáneo y el componente lateral del nervio mediano, del cordón posterior nacen los nervios radial y circunflejo y del cordón medial nace el nervio cubital y el componente medial del nervio mediano⁸.

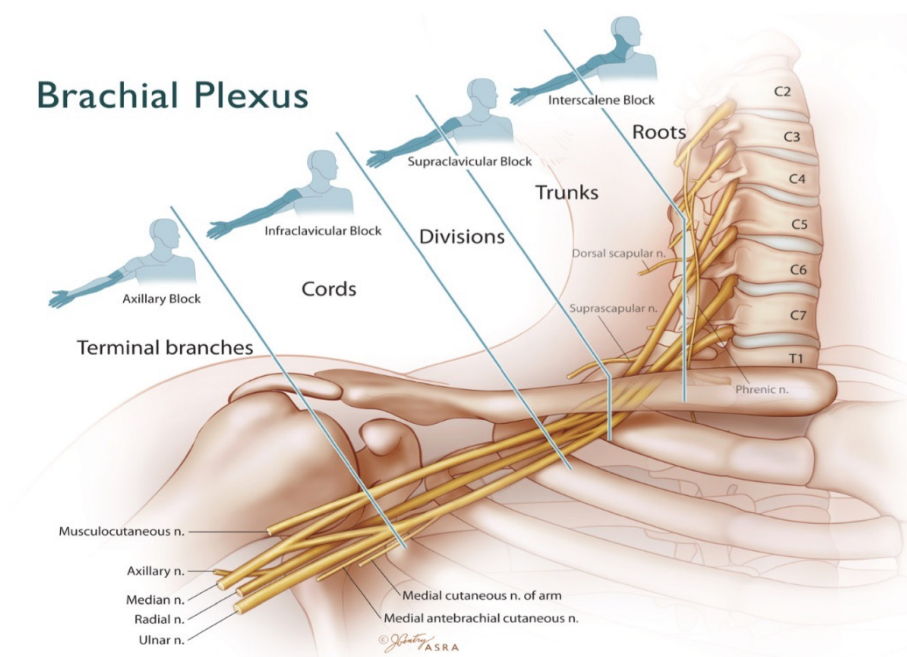


Figura 3. Plexo braquial: raíces, troncos, divisiones, cordones y ramas terminales.

Este esquema clásico puede sufrir variaciones, habiéndose descrito hasta siete y no habiendo más de un 57% de representación de cada una de ellas. Incluso se han descrito un 61% de asimetría entre el lado derecho e izquierdo de un mismo individuo¹⁰.

Existen varios nervios que, no siendo ramas directas del plexo braquial, tienen una íntima relación con éste en la inervación del miembro

superior. Su conocimiento es importante para lograr un bloqueo exitoso, así como evitar complicaciones:

- Nervio supraclavicular, rama del plexo cervical superficial (C3, C4) inerva la parte superior del hombro y región clavicular.
- Nervio frénico (C3, C4) discurre sobre el escaleno anterior, separado sólo 2mm de la rama anterior de C5, y puede ser anestesiado accidentalmente al realizar un bloqueo interescalénico.
- Nervio supraescapular (C5, C6) primera rama del tronco superior, que inerva la cápsula articular del hombro y articulación acromioclavicular^{8, 11}.

1.4.2 INERVACIÓN SENSITIVA Y MOTORA

El conocimiento de la inervación sensitiva y motora terminal de la extremidad superior es de gran importancia clínica a la hora de indicar un tipo de bloqueo u otro en función de la región anatómica concreta del miembro que se desee anestésiar. Igualmente, la respuesta motora que ocasiona el estímulo de cada uno de sus nervios nos ayudará a realizar de forma exitosa el bloqueo.

Por ejemplo, el nervio musculocutáneo produce contracción activa del músculo bíceps braquial al ser estimulado, el nervio radial contracción de la musculatura extensora de toda la extremidad, el nervio mediano flexo-pronación del carpo y el nervio cubital flexión de 4º y 5º dedos y desviación cubital del carpo.

Cuando la estimulación no se realiza a nivel de ramas terminales del plexo, sino a niveles más proximales (troncos, divisiones, cordones) las

respuestas motoras tendrán un componente muscular mixto dependiendo de las ramas terminales que derivan de la estructura estimulada (por ejemplo, la estimulación del cordón lateral producirá flexión de codo y de carpo, por derivar de este cordón los nervios musculocutáneo y mediano). La inervación sensitiva de la extremidad superior se describe en la figura 4¹².

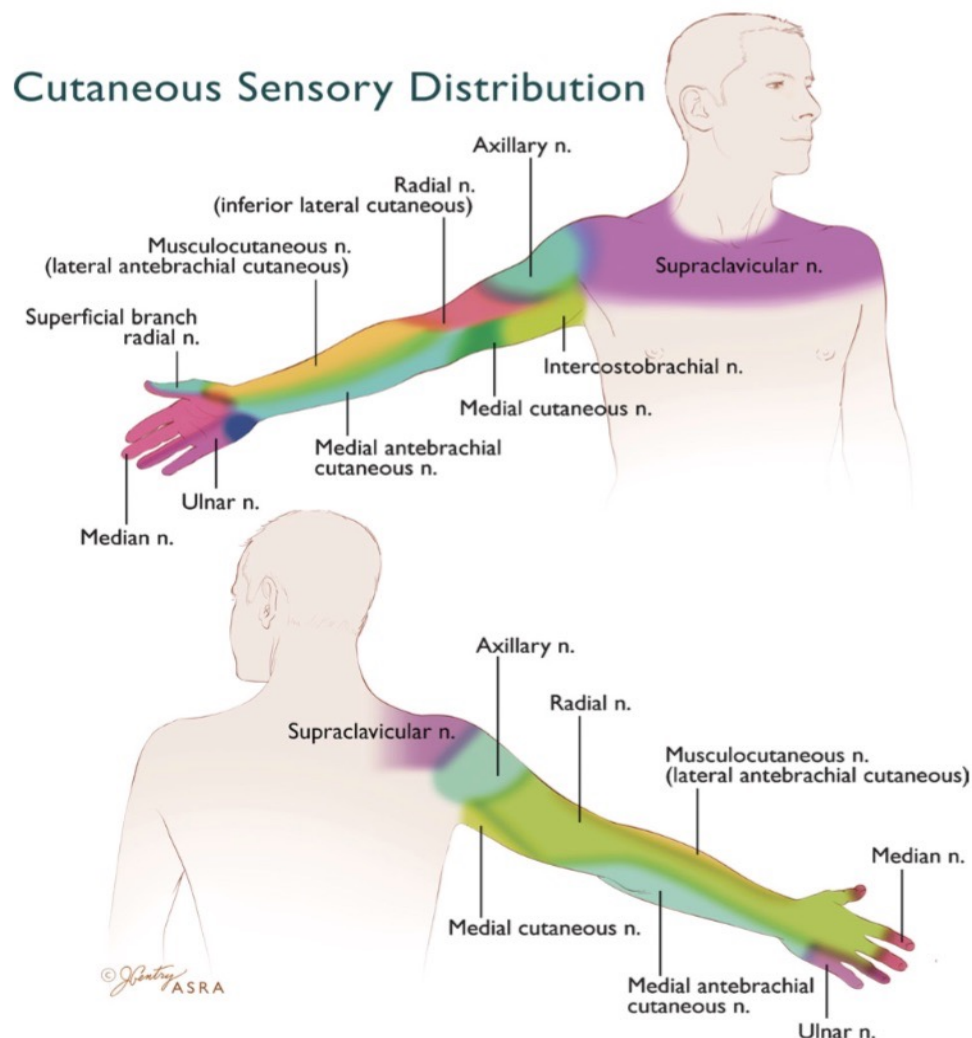


Figura 4. Inervación sensitiva de la extremidad superior

1.4.3 ELEMENTOS VASCULARES

El plexo braquial, desde su origen a nivel de las raíces cervicales hasta formar las ramas terminales, se relaciona con elementos vasculares. Estas estructuras sirven como referencia para la realización de los bloqueos, y si no se tienen en cuenta pueden originar complicaciones derivadas de su punción (hematomas)¹³.

La arteria vertebral asciende desde su origen en la arteria subclavia, y a nivel de *C6* entra en el orificio vertebral que hay en las apófisis transversas de cada vértebra cervical. La arteria vertebral queda, por lo tanto, posterior a la salida de las raíces cervicales. Si durante la realización del bloqueo sobrepasamos el músculo escaleno anterior corremos el riesgo de puncionar dicha arteria, que ofrece flujo sanguíneo al cerebro, por lo que en tal caso se sumaría el riesgo de generar un hematoma con el riesgo de migración de las sustancias inyectadas (partículas de corticoides)¹⁴.

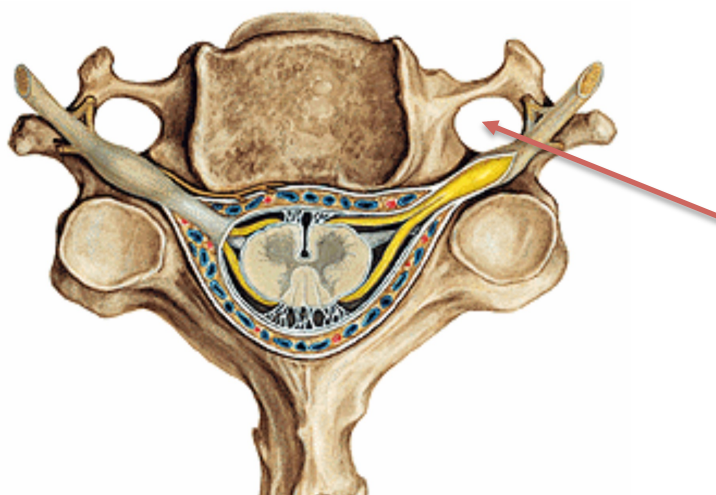


Figura 5. Vértebra cervical. Flecha roja: Orificio por el que circula arteria vertebral (AV).

Otra estructura vascular a tener en cuenta es la arteria subclavia, referencia fundamental en la realización del plexo supraclavicular, ya que las divisiones del plexo braquial se disponen alrededor de la misma (superior, lateral y posterior) a nivel de la primera costilla ¹².

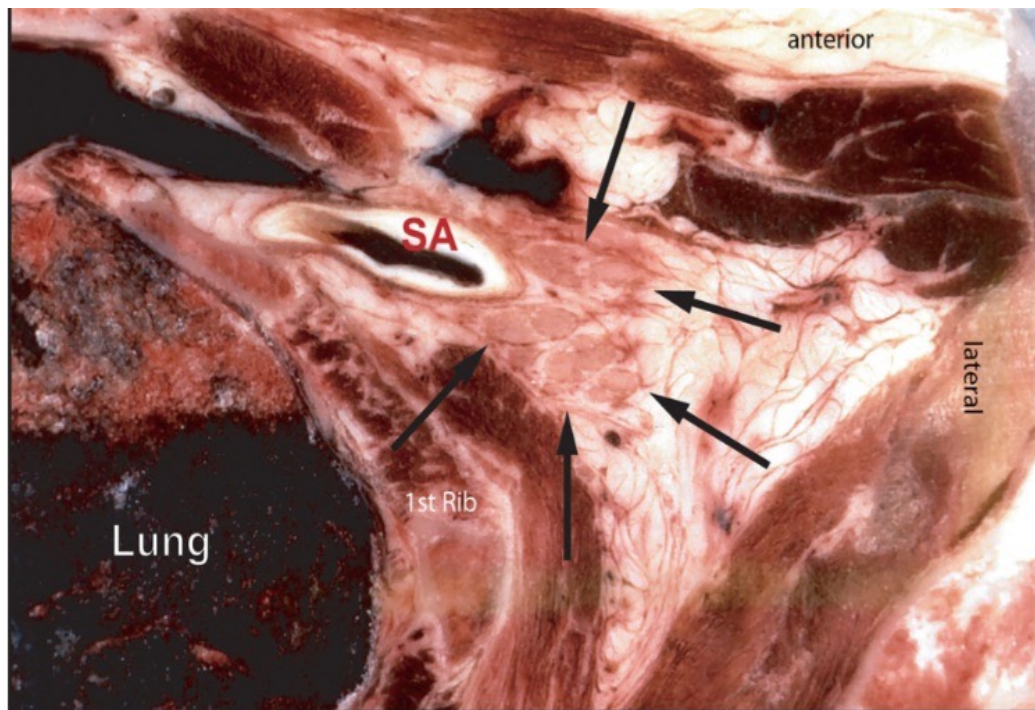


Figura 6. Plexo braquial a nivel supraclavicular alrededor de la arteria subclavia (SA) y sobre la primera costilla (*1st rib*).

El plexo en su descenso infraclavicular se dispone en cordones que, según su localización sobre la arteria axilar, se denominan cordón lateral, medial y posterior (aunque dicha disposición es variable entre individuos)¹⁵.

A nivel del hueco axilar el plexo da sus ramas terminales, que se disponen alrededor de la arteria. Es común visualizar el nervio mediano, cubital, radial, musculocutáneo y cutáneo antebraquial medial. La disposición de los nervios alrededor de la arteria es variable entre los

individuos, como demuestra el estudio de Christophe¹⁶, que sobre una muestra de 153 individuos describió 10 modelos de localización de nervios terminales del plexo alrededor de la arteria, lo que hace necesario un conocimiento del trayecto del nervio en el resto del recorrido a lo largo del miembro, así como la respuesta que provoca su estimulación motora para identificar correctamente el nervio.

Asimismo, para una correcta localización de los nervios alrededor de las estructuras vasculares (a nivel axilar y supraclavicular), es importante que la colocación de la extremidad sea correcta y siempre la misma, ya que cambios en la misma ocasionan distorsión de las referencias.

1.4.4 ARQUITECTURA NEURAL

La arquitectura macroscópica con la que se conforma el plexo braquial, así como la estructura neural de los nervios desde su origen hasta su transformación en nervios periféricos, es fundamental para el entendimiento de cómo diferentes concentraciones de anestésico local pueden provocar distintos efectos según la localización en la que lo depositemos. Además, esta misma explicación sirve para entender la fisiopatología de la lesión nerviosa perioperatoria¹², fundamental en este trabajo de investigación.

Los axones nerviosos están rodeados de tejido conectivo que se denomina endoneuro. El acúmulo de axones se denomina fascículo, que a su vez es rodeado por otra estructura conectiva, el perineuro. El conjunto de fascículos está rodeado por otro tejido conectivo

denominado epineuro, que en la parte más externa se refuerza y forma el epineuro como capa de recubrimiento¹⁷⁻¹⁹.

La cantidad de epineuro entre los fascículos varía entre el 30 y 70% según la localización de la estructura nerviosa (más proximal o más distal). Siempre es mayor en las zonas en las que el nervio pasa cerca de estructuras articulares (mayor movilidad)¹⁷.

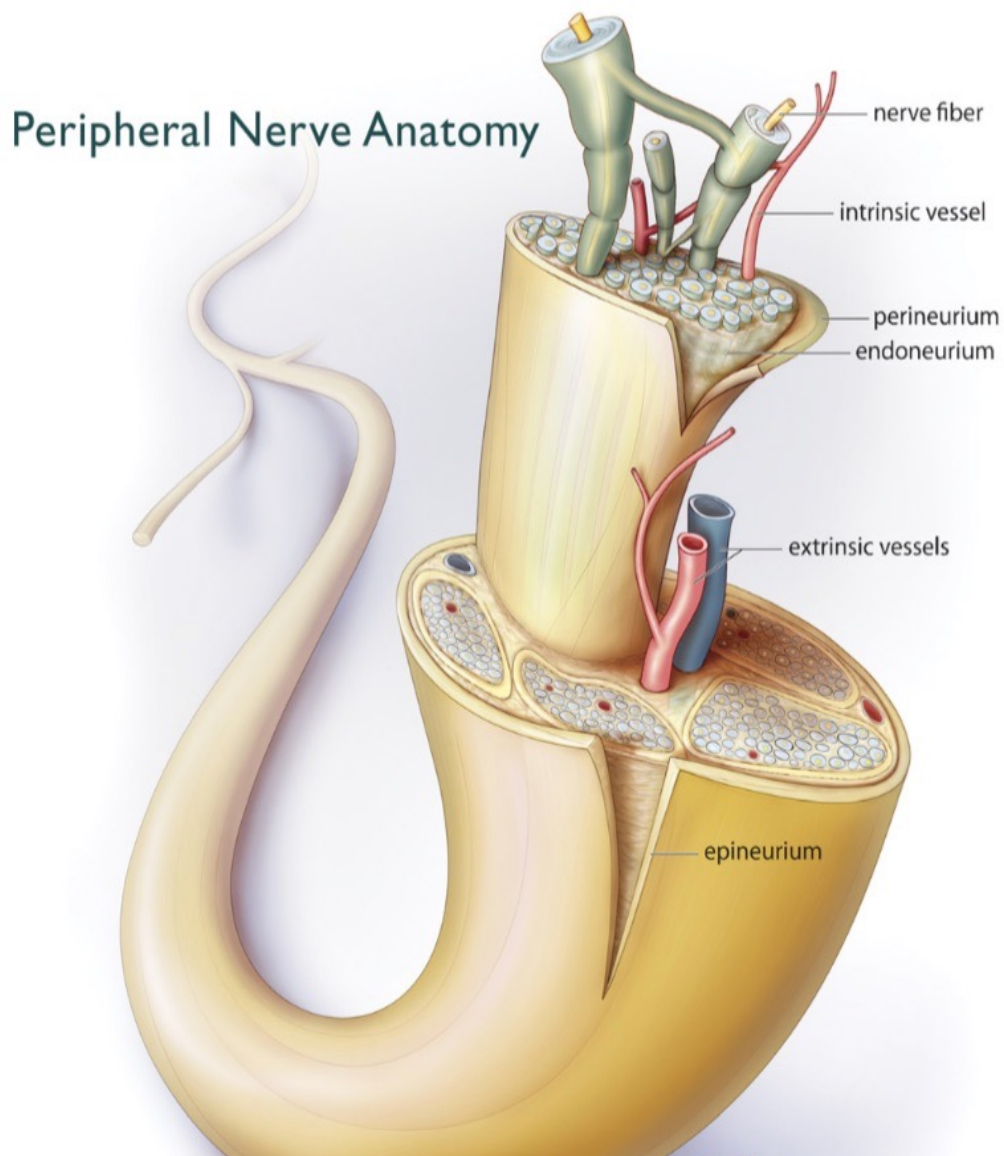


Figura 7. Estructura de nervio periférico

Durante la etapa embrionaria, los músculos y nervios se desarrollan de forma diferente, aunque de forma paralela. El nervio se relaciona de

forma íntima con su músculo objetivo^{20,21}, dependiendo el desarrollo del nervio de su músculo/s y viceversa²²⁻²³. Los nervios que se desarrollan hacia su objetivo a nivel del músculo están rodeados de tejido mesenquimal, que en el futuro será la **fascia** que rodea al plexo²⁴. Esta fascia tendrá relevancia clínica en la realización del bloqueo, y en las posibles complicaciones perioperatorias.



Figura 8 . Fascia de recubrimiento del plexo braquial a nivel supraclavicular (sheath).

OH: músculo omohioideo. *SCM:* músculo esternocleidomastoideo. Clavícula.

Ya en 1958 Burnham, describió una estructura rígida que recubría el plexo braquial²⁵. Se trataba de la fascia del plexo braquial, que inicialmente se pensó era un cilindro que recubría todo el plexo. Éste fue el origen de una de las primeras técnicas de bloqueo del plexo braquial a nivel axilar, la *técnica de Winnie*²⁶. Basándose en esa fascia de recubrimiento, la inyección de un volumen suficiente de anestésico local alrededor de la arteria axilar rodearía todas las estructuras nerviosas del plexo alrededor de la arteria, haciendo dicha fascia de envoltorio. Sin embargo no siempre se consigue el bloqueo de todos los nervios con una sola inyección, a pesar del uso de grandes volúmenes. En 1983, Rorie describió la presencia de **septos** en esta fascia de recubrimiento, lo que explicaría la limitación circunferencial de distribución del anestésico en el bloqueo del plexo braquial²⁷ a nivel axilar con inyección única de anestésico como describió inicialmente Winnie. Estos septos también pueden estar presentes en otras localizaciones, no sólo a nivel axilar, limitando la teoría de la dosis única.

En el espesor de esta fascia también se han descrito la existencia de canalículos, lo que explica la posibilidad de que los nervios sean móviles en su localización dependiendo, por ejemplo, de la posición del brazo (de ahí la importancia de la sistemática de bloqueo en la colocación del miembro a bloquear)²⁸.

Por este plano formado por los canalículos, circulan vasos sanguíneos encargados de llevar aporte a los nervios, y a su vez, crea un espacio por el que puede migrar líquido (anestésico local), lo que explica la

mejor distribución del anestésico de forma longitudinal que circunferencial (limitado por los septos)²⁹.

A medida que el nervio desciende desde su origen hacia distal cambia la densidad de tejido neural (axones) en relación a la cantidad de tejido no neural que rodea los distintos fascículos. La cantidad de tejido neural es la misma en todo el recorrido, lo que cambia es su proporción con el tejido no neural de forma que la ratio “tejido no neural/tejido neural” sería 1:1 en la parte proximal y 2:1 en la periferia³⁰.

La aplicación clínica de esta diferencia en la densidad de tejido no neural radica en que cuando una aguja de manera accidental entra en el nervio durante la realización del bloqueo, es más probable que lesione tejido no neural que neural cuanto más distal en el recorrido del plexo sea la lesión con la aguja. Este argumento está en relación con la posibilidad de aparición de síntomas neurológicos en el postoperatorio según el tipo de bloqueo del plexo braquial y la localización del mismo. Igualmente, esta distinta densidad de tejido no neural en el nervio periférico determina la **duración** del bloqueo. El anestésico comienza absorbiéndose en la periferia del nervio, produciendo un bloqueo que comienza desde proximal a distal, y la resolución del mismo comienza desde distal a proximal. Esto sugiere que el anestésico se elimina del nervio mediante la vascularización central que rodea los fascículos³¹.

La mayor densidad de tejido no neural en la periferia se relaciona con el **inicio del bloqueo**. Cuanto más distal es el abordaje, mayor tejido no neural, por lo que el tiempo de inicio será mayor que si administramos el anestésico en zonas muy proximales del plexo braquial (cercano a

las raíces), donde hay mayor densidad de tejido neural, determinante del efecto anestésico³⁰.

1.4.5 TEJIDOS CIRCUNDANTES

Anteriormente describimos la arquitectura de nervio desde el axón y su agrupación en fascículos, así como la densidad de este tejido neural en función de la localización del nervio en su recorrido desde el origen del plexo braquial hasta sus ramas terminales.

El origen embrionario de nervio y su objetivo, el músculo, hace que entre ambos aparezca un tejido mesenquimal que con el desarrollo originará la fascia del plexo braquial.

A nivel del nervio ciático se han realizado numerosos estudios para determinar cuál es el “punto óptimo” de depósito del anestésico, obteniendo un balance entre el inicio de acción, la duración y la aparición de complicaciones³².

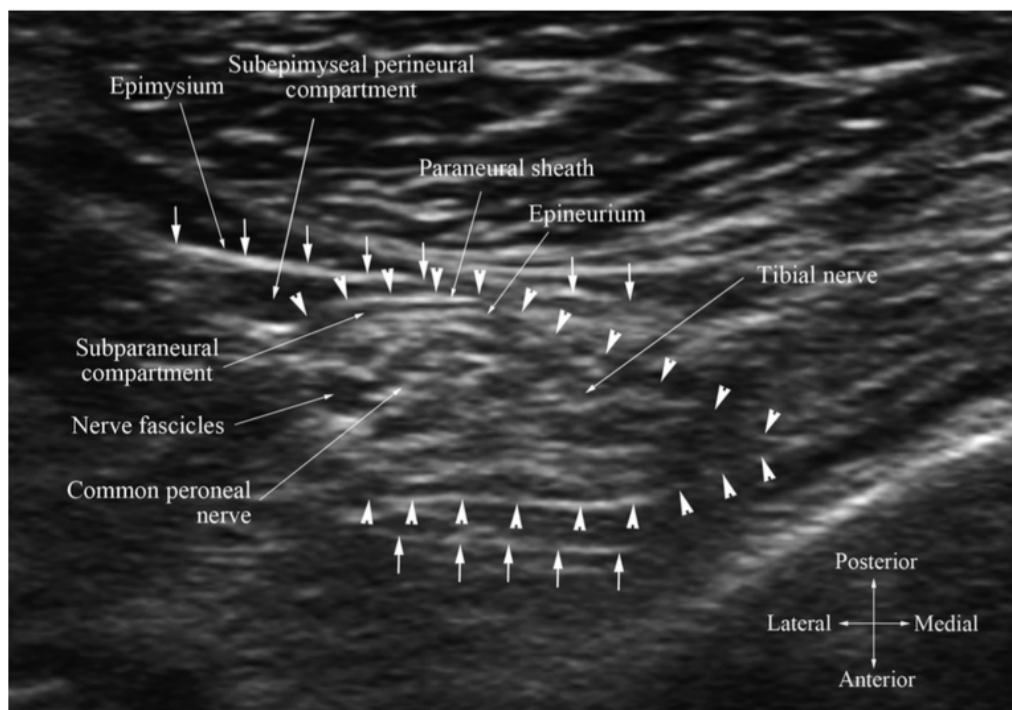


Figura 9³⁴. Imagen ecográfica a nivel del nervio ciático, con el componente tibial y peroneo. Fascículos (hipoecoicos). Fascia paraneural (*paraneural sheath*) hiperecoica, espacio subparaneural (*subparaneural compartement*) hipoecoico. Epineuro hiperecoico.

Así, en el nervio ciático se ha hablado de la fascia paraneural³³, descrita por Anderson y colaboradores, como una estructura que se puede identificar ecográficamente³⁴, que queda exterior al epineuro y que podría corresponder al punto óptimo de punción (espacio subparaneural), sobre todo para alojar catéteres de infusión continua³². Otros autores han denominado a esta fascia paraneural “fascia circunferencial”, más acorde con su localización rodeando las estructuras nerviosas.

Teniendo en cuenta estas estructuras de origen mesenquimal y con localización intermedia entre el nervio y el músculo, a la arquitectura nerviosa descrita anteriormente (epígrafe 1.4.4) habría que añadir más capas rodeando la más exterior, (epineuro). El depósito del anestésico

más interno o externo puede influir en la latencia y duración del bloqueo, así como en la duración de catéteres, fallo en los mismos, o incluso aparición de complicaciones derivadas de la punción.

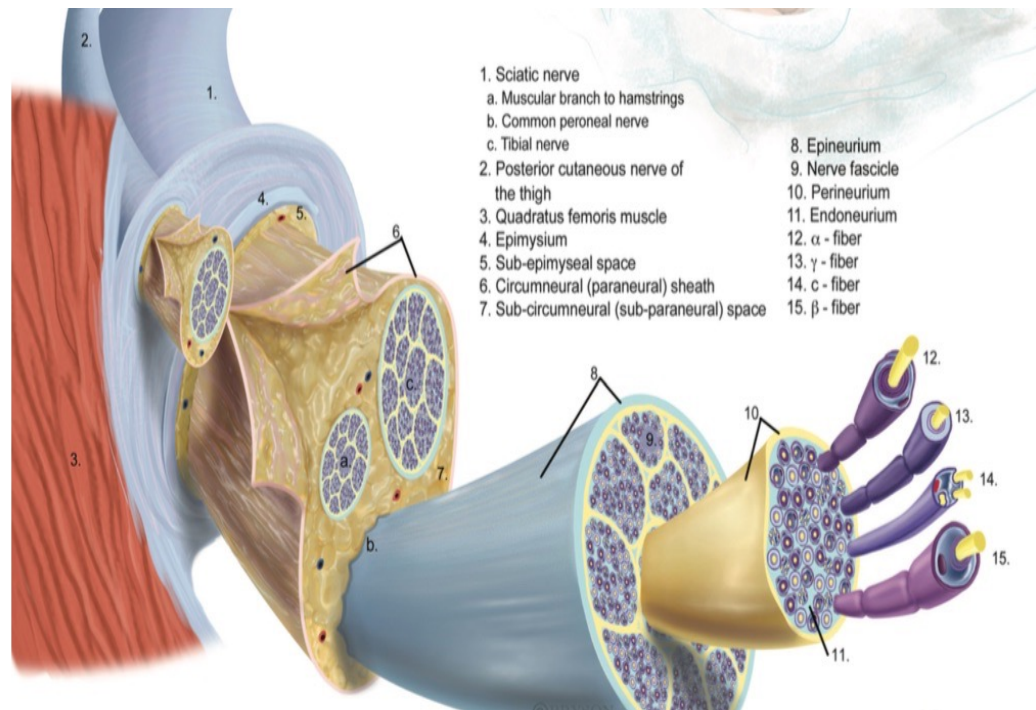


Figura 10. Nervio periférico y tejidos circundantes. Exterior al Epineuro se describe (a nivel de nervio ciático) de interno a externo: Espacio sub-paraneural, Fascia sub-paraneural, Espacio sub-epimisario, Epimisio, Músculo.

Hay autores del grupo de Karmarkar que han relacionado el “punto óptimo de punción” del nervio ciático a nivel sub-paraneural con inyecciones dentro o fuera de la fascia del plexo braquial a nivel supraclavicular, asimilando esta fascia del plexo braquial con la fascia circunferencial o fascia paraneural a nivel del nervio ciático³⁵.

1.5 ABORDAJES ANESTÉSICOS

El plexo braquial provee de inervación a la extremidad superior como hemos visto anteriormente. En función de la localización de la cirugía dentro del miembro, indicamos un abordaje u otro.

1.5.1 ABORDAJE INTERESCALÉNICO

Es el abordaje más proximal y su principal indicación es la cirugía de hombro. La descripción clásica inicial fue la de Winnie³⁶, consistente en, a la altura del cartilago cricoides, palpar el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo, desplazando los dedos hacia posterior hasta situarlos entre escaleno anterior y medio (surco interescalénico), donde se realiza la punción inyectando una dosis única de anestésico de hasta 35 ml.

El bloqueo guiado con ultrasonidos consiste depositar anestésico local distalmente a las raíces cervicales y proximalmente a los troncos primarios del plexo braquial. Durante su realización debe evitarse la lesión del nervio frénico (inerva diafragma), que se localiza anterior al plexo braquial, y de los nervios torácico largo y dorsal de la escápula, estructuras hiperecoicas en el espesor del escaleno medio que inervan serrato mayor y romboides respectivamente³⁷, pudiendo provocar una escápula alada por lesión del nervio torácico largo.

No es un buen abordaje para cirugía de mano y codo, ya que no suele poder localizarse con facilidad la salida de la raíz C8, y en ningún caso T1, debiendo realizar en estos casos abordajes más distales¹².

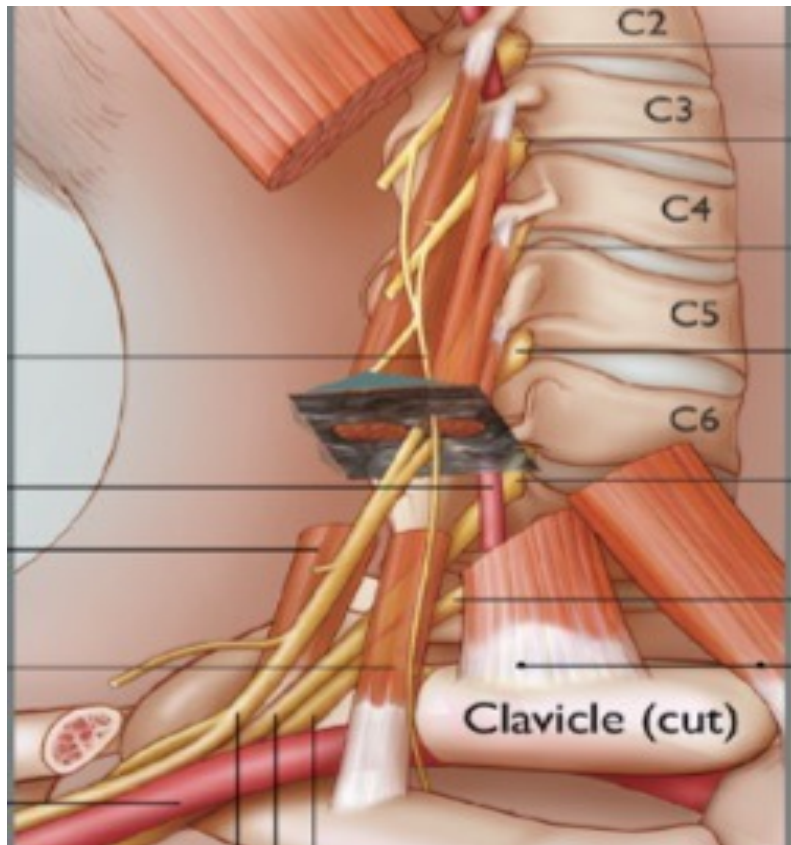


Figura 11. Abordaje Interescalénico. Sonda ecográfica a nivel de C6, entre los escalenos anterior y medio (posterior al esternocleidomastoideo).

Clavicle cut: clavícula cortada.

1.5.2 ABORDAJE SUPRACLAVICULAR

La indicación para este bloqueo es la cirugía de codo y mano.

La ventaja de este abordaje, y la diferencia con el resto que se describirán (infraclavicular y axilar) es que con éste también se puede realizar cirugía de hombro, no con los otros más distales, ya que a nivel supraclavicular es muy probable que se pueda anestesiarse el nervio supraescapular que se origina en el tronco superior, y que se puede bloquear fácilmente al realizar el bloqueo del plexo braquial a este nivel³⁸ usando como referencia el músculo omohioideo, que cruza el plexo por su parte superior.

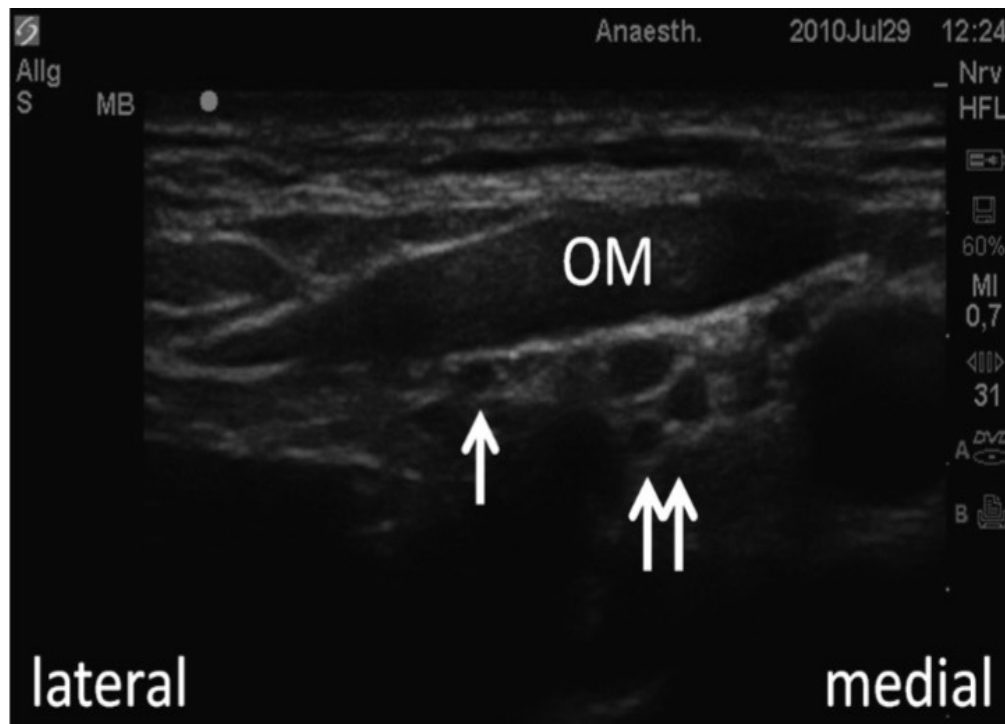


Figura 12. Imagen ecográfica a nivel supraclavicular: Nervio supraescapular (flecha única). Plexo braquial a nivel supraclavicular (doble flecha). OM: músculo omohioideo.

El bloqueo se realiza al nivel de las divisiones del plexo braquial (entre troncos y cordones), donde el plexo se presenta más compacto. Esto se ha expuesto como causa de que clásicamente se defina como uno de los bloqueos con menor tiempo de latencia de todos los del miembro superior ³⁹

Dentro de los bloqueos del plexo braquial es el que más riesgo de neumotorax presenta, riesgo que se disminuye con la punción ecoguiada ¹².

En cuanto al volumen utilizado para el bloqueo, la dosis para conseguir bloqueo en el 50% de los pacientes se ha cifrado en 23 ml ⁴⁰, y para el 95% de los pacientes de hasta 40 ml.

1.5.3 ABORDAJE INFRACLAVICULAR

En este abordaje se bloquea el plexo braquial a nivel de los cordones (lateral, posterior y medial).

Indicado en cirugía de codo y mano, a diferencia del bloqueo a nivel supraclavicular, no indicado en cirugía de hombro, ya que a este nivel el nervio supraescapular y que inerva aproximadamente el 70% del hombro no se bloquea¹².

A este nivel sí se consigue el bloqueo del nervio circunflejo, que deriva del cordón posterior, inerva parte del hombro y el músculo deltoides.

Está descrito mayor tiempo de latencia respecto al abordaje a nivel supraclavicular⁴¹.

Hay descritas varias técnicas para el abordaje infraclavicular, la más extendida es la parasagital a nivel de la apófisis coracoides (fosa infraclavicular lateral), depositando el anestésico profundo a los músculos pectorales y próximo a la segunda parte de la arteria axilar. A este nivel los cordones rodean a la arteria, pero se sitúan de forma variable entre los individuos y separados entre sí, lo que hace que se usen volúmenes de 35-40 ml de anestésico para realizar el bloqueo y varios pases de aguja⁴². Consecuencia de lo anterior se han descrito nuevos abordajes del plexo a nivel infraclavicular. En el espacio costoclavicular los cordones están agrupados permitiendo una sola inyección con menos volumen⁴³.

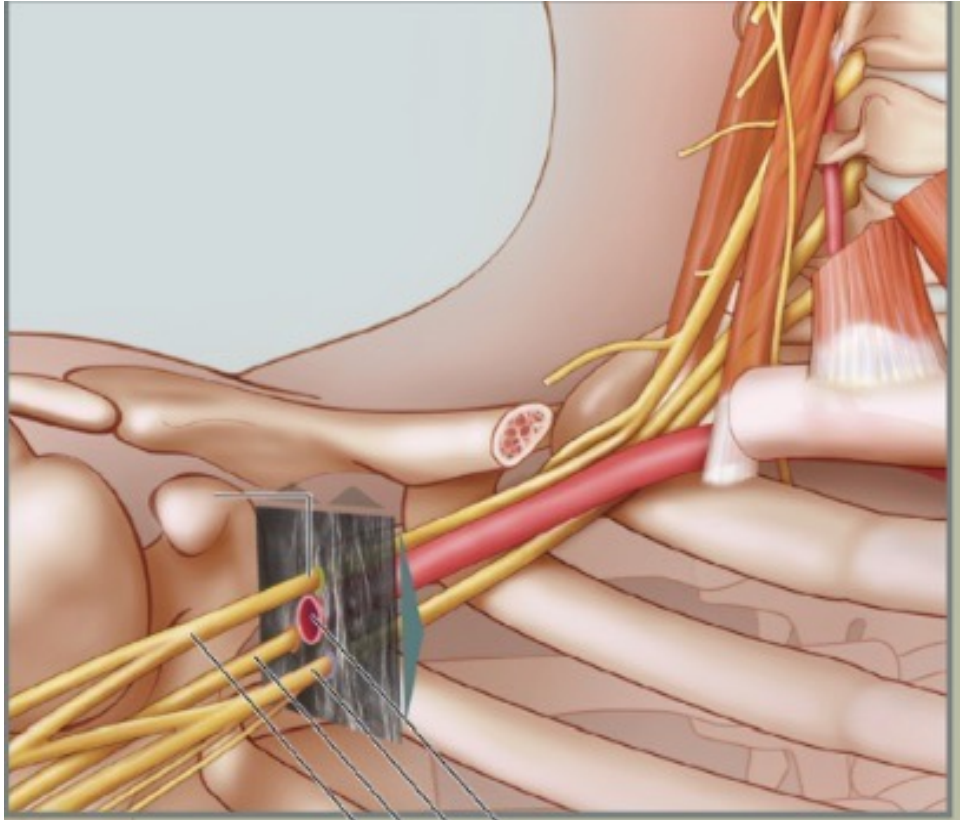


Figura 13. Colocación sonda ecográfica en plano parasagital para abordaje infraclavicular del plexo braquial. Los cordones rodean la arteria axilar.

1.5.4 ABORDAJE AXILAR

El abordaje axilar está indicado en cirugía de codo y mano, y es el bloqueo del plexo braquial más extendido entre los anestesiólogos.

Se bloquean las ramas terminales del plexo braquial, que son el nervio mediano, cubital, radial y musculocutáneo. El nervio cutáneo antebraquial medial circula junto al nervio cubital y también se bloquea con el abordaje axilar¹².

Hay varias técnicas descritas para este abordaje, guiadas por referencias anatómicas, por neuroestimulador y por ultrasonidos.

Además, dentro de cada guía para el bloqueo, puede llevarse a cabo punción múltiple o punción única, y diferentes volúmenes de anestésico administrados para la consecución del bloqueo.

La tasa de éxito de este bloqueo se ha relacionado con el tipo de técnica realizada, y con el tipo de respuesta encontrada (nervio objetivo para la búsqueda del plexo axilar), con una variabilidad entre el 60-100% ⁴⁴.

1.5.5 COMPARATIVA ENTRE ABORDAJES

En el caso de la cirugía de codo y mano, numerosos estudios han demostrado que el uso de la anestesia regional es superior a la anestesia general en términos de analgesia y efectos secundarios en las primeras 24 horas del postoperatorio, periodo durante el cual suceden la mayoría de las complicaciones perioperatorias ^{6,7,45}.

En cuanto al mejor tipo de bloqueo del plexo braquial para realizar la anestesia regional de codo y mano, no se han demostrado en los últimos 10 años diferencias con los abordajes estudiados (axilar, supraclavicular e infraclavicular) ⁴⁶.

Con respecto a la cirugía de hombro, el bloqueo interescalénico ha sido considerado la técnica de elección para analgesia del hombro¹². Recientemente se han publicado artículos en los que el bloqueo aislado del nervio supraescapular por vía anterior guiado por ultrasonidos provoca una excelente analgesia postoperatoria (similar al interescalénico), con menores efectos secundarios en la movilidad del brazo, importante en el caso de la cirugía ambulatoria de hombro⁴⁷.

1.5.6 MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN EN LOS DISTINTOS ABORDAJES

La clave para la realización de la anestesia regional radica en conseguir poner la solución anestésica lo más cerca posible del nervio a bloquear sin dañar el nervio con el propio anestésico o más frecuentemente con la aguja utilizada. Los métodos clásicos de localización consisten en:

- Referencias anatómicas.
- Búsqueda de parestesia por contacto directo con el nervio.
- Neuroestimulación eléctrica.
- Ultrasonidos.

La comparación de la búsqueda de parestesia con la neuroestimulación provoca resultados similares en cuanto a eficacia, con una tasa de éxito entre 70-90%. Se busca la estimulación que provoca respuesta a una intensidad entre 0,5-0,8 mA⁴⁸.

En los últimos años el uso de los ultrasonidos como guía en la realización de bloqueos ha demostrado que es posible la visualización de la aguja en íntima relación con el nervio, sin que se traduzca en aparición de parestesia o respuesta motora, incluso a intensidades altas (más de 0,8 mA)⁴⁹. En esta misma línea, estudios sobre bloqueo del plexo braquial a nivel interescalénico guiado por ultrasonidos han demostrado excelentes resultados analgésicos independientemente de la respuesta obtenida con el estimulador, solamente guiada por la proximidad de la aguja al nervio con la imagen ecográfica⁵⁰.

A nivel axilar, un estudio en el que se realizó un bloqueo guiado con ultrasonidos en el que la imagen confirmó la proximidad de la aguja al

nervio, la parestesia sólo fue positiva en el 38% de los casos y la neuroestimulación en el 75%⁵¹.

A pesar de estos datos, la guía del bloqueo del plexo braquial con ultrasonidos, parestesia o neuroestimulación en distintos abordajes muestra resultados dispares en cuanto al éxito del bloqueo, no obteniendo datos de superioridad el bloqueo ecoguiado¹².

El uso de ultrasonidos facilita el bloqueo ya que permite la visualización de las estructuras en tiempo real, permitiendo un posicionamiento óptimo de la aguja alrededor del nervio, visualizando la distribución del anestésico durante la administración, permitiendo descubrir anomalías anatómicas o la realización de técnicas regionales en enfermos con deformidades anatómicas en las que otros métodos de localización obtendrían peores resultados. Esta visualización puede disminuir las complicaciones derivas del bloqueo, pero no las suprime por completo. De hecho, hay descritos casos clínicos de lesión neurológica o inyección intravascular de anestésico local en bloqueos ecoguiados.

Otras ventajas de la guía por ultrasonidos son la posibilidad de realizar bloqueos nerviosos selectivos en localizaciones concretas (por ejemplo bloqueo selectivo del nervio cubital en antebrazo), el menor tiempo necesario para la realización del bloqueo y en consecuencia el menor discomfort del paciente, no sólo por el menor tiempo de realización, sino por realizarse con menos pases de aguja¹².

1.5.7 TIPOS DE ANESTÉSICO LOCAL USADOS EN LOS ABORDAJES

En general los anestésicos de acción intermedia (Mepivacaína, Lidocaína) son los más utilizados en el bloqueo del plexo braquial, debido a su inicio de acción más rápido a diferencia de otros como Bupivacaína, Ropivacaína o Levobupivacaína, con mayor latencia (lo que se traduce en más índice de fallos en el bloqueo quizás por no esperar tiempo suficiente antes de comenzar la cirugía)⁵². Por otro lado, un anestésico de larga duración puede tener la desventaja de un tiempo muy prolongado de bloqueo de la extremidad, con el consiguiente discomfort para el paciente, que hace su brazo más vulnerable a lesiones inadvertidas, y la imposibilidad del cirujano de explorar función nerviosa tras la cirugía ¹².

Es interesante seleccionar la concentración adecuada para conseguir anestesia, y diferenciarla de la dosis analgésica (menos bloqueo, lo que permite al paciente estar más confortable, manteniendo el control del dolor); en este sentido Bupivacaína 0,125%, Levobupivacaína 0,125% y Ropivacaína 0,2% preservan la función motora, lo que las hace adecuadas como soluciones analgésicas a dicha concentración⁵³. Con el objetivo de conseguir un rápido inicio de acción, y tener además un efecto analgésico en el postoperatorio, se pueden mezclar anestésicos locales y así obtener acción de rápido inicio y duración prolongada⁵⁴.

La mezcla se puede individualizar en cada nervio para variar los efectos buscados en función de la cirugía. Así, por ejemplo, se ha estudiado el uso de Lidocaína en los nervios musculocutáneo y radial junto con Bupivacaína en el cubital y mediano en un bloqueo a nivel

axilar, consiguiendo una recuperación del bloqueo motor y buen control analgésico en enfermos que se intervinieron de cirugía de mano de forma ambulatoria⁵⁵.

1.6 COMPLICACIONES DE LA ANESTESIA REGIONAL

Se han descrito las ventajas de la AR frente a la AG. Derivado de lo anterior, la AR (neuroeje y plexos nerviosos) se utiliza más que la AG en la práctica diaria^{5, 56}.

Sin embargo, el uso de la AR también se asocia a complicaciones, con una incidencia variable en función del tipo de complicación¹⁴.

Clasificadas por tipo son:

- Toxicidad por Anestésicos locales:

- Por absorción sistémica (convulsiones, arritmias, parada cardíaca, incluso muerte) de los mismos.
- Directa, por irritación nerviosa (cauda equina, irritación neurológica).

- Traumáticas:

- Punción dural accidental: derivada de la perforación de la duramadre con aguja de técnica neuroaxial, En función del tipo de aguja y las características del paciente puede ser bastante incapacitante, ocasionando cefalea, fotofobia y rigidez de nuca, cuadro denominado cefalea postpunción dural (CPPD).
- Traumatismo de la aguja usada en la técnica regional con la estructura nerviosa, o bien traumatismo del catéter que

permite la realizar una perfusión continua de anestésico durante varios días, a nivel del plexo nervioso o neuroeje.

- Vasculares:

- Sangrado en compartimentos poco distensibles, con estructuras neurales circundantes. Puede ocasionar lesiones permanentes, lo que ha motivado la creación de guías sobre los tiempos quirúrgicos y los intervalos de seguridad necesarios con el uso de fármacos anticoagulantes o antiagregantes para la realización de técnicas regionales.
- Isquemia de estructuras nerviosas por embolización de partículas o traumatismo de estructuras vasculares implicadas en el aporte sanguíneo de estructuras neurales.

- Infecciosas: derivadas de la entrada de microorganismos cerca de estructuras neurales (meningitis, absceso epidural, etc.).

- Neurológicas: producidas por lesión de estructuras neurales, bien por la propia aguja, el anestésico, compresión extrínseca, etc. En general es un grupo de complicaciones poco frecuentes, pudiendo tratarse de lesiones leves y transitorias o permanentes e incapacitantes.

1.6.1 COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS

Las complicaciones neurológicas asociadas con la AR o las técnicas para el tratamiento del dolor son extremadamente raras.

No obstante las sociedades científicas dan una serie de recomendaciones con varios objetivos: entender el mecanismo de producción de estas complicaciones, su diagnóstico diferencial en caso de que se produzcan, prevención y tratamiento⁵⁷.

La incidencia de lesión nerviosa periférica ha permanecido estable en los últimos diez años a pesar de la introducción de la ecografía para guiar la realización de la técnica⁵⁸. Los casos de lesión neurológica permanente documentados tras la realización de AR periférica han permanecido estables en estos años en los que se ha desarrollado la ecografía como guía, respecto a la década anterior en la que el método principal de localización de nervios periféricos era la neuroestimulación eléctrica^{58,59}. Esta incidencia se sitúa en 2-4 casos cada 10.000 bloqueos⁵⁷.

En el caso de las lesiones neurológicas relacionadas con bloqueos neuroaxiales, en esta última década se ha producido un incremento importante. No está clara la causa de este aumento, pero es posible que obedezca a varias razones entre las que está el desarrollo de mejores sistemas de notificación⁵⁹, o al aumento de población más frágil (ancianos con comorbilidades), subsidiaria de procedimientos neuroaxiales para diversos procedimientos quirúrgicos.

Independientemente de que la incidencia permanezca estable a nivel periférico, o se haya incrementado a nivel neuroaxial, es posible que los sistemas de recogida de información no sean adecuados y se subestime la frecuencia de las complicaciones neurológicas. Esto puede deberse a:

- No hay una estandarización en la definición de complicación ni duración o tipo de seguimiento que se debe hacer a los pacientes para buscar la complicación (hoy en día la mayoría son comunicaciones voluntarias, reclamaciones de compañías de seguros, etc).
- No existe una definición de factores de riesgo para que se aumente la búsqueda de las mismas en poblaciones de riesgo.
- No se identifica la naturaleza de la lesión (transitoria, permanente, relacionado con la cirugía o con la técnica anestésica, etc.)⁵⁷.

1.6.1.1 A nivel neuroaxial

A pesar de que la incidencia ha aumentado en la última década sigue siendo baja en general. El problema principal radica en que a este nivel, cuando aparecen, son lesiones graves con importantes secuelas⁵⁷.

Por ejemplo, en un estudio realizado en Suiza sobre más de 1,7 millones de procedimientos neuroaxiales, se produjeron 127 complicaciones de las que 85 (67%) resultaron en lesión permanente⁶⁰. De las 127 complicaciones según el tipo de técnica neuroaxial, éstas se distribuyeron en⁶⁰:

Tabla 1. Complicaciones en función del tipo de técnica neuroaxial.

	Bloqueo epidural	Bloqueo combinado epidural-intradural	Bloqueo intradural	Bloqueo intradural continuo	Total
Hematoma epidural	21	4	7	1	33
Síndrome de cola de caballo	8	4	18	2	32
Meningitis	5	1	20	3	29
Absceso epidural	12		1		13
Lesiones traumáticas de médula	8		1		9
Hematoma subdural	3		2		5
Paraparesia	3		1		4
Otras	2				2
Total	62	9	50	6	127

El riesgo de hematoma es mayor en técnicas epidurales que en técnicas intradurales.

El riesgo hemorrágico se incrementa con las anomalías en la coagulación, edad avanzada o sexo femenino.

La estenosis de canal puede empeorar las consecuencias de la lesión neurológica en caso de hematoma o absceso espinal, por el compromiso de espacio preexistente. Se produce un mayor riesgo en población traumatológica que en población obstétrica⁵⁷.

1.6.1.2 A nivel periférico

A pesar de que a este nivel la incidencia de complicaciones se ha mantenido estable en los últimos años, existen las mismas deficiencias en la documentación de complicaciones que en los bloqueos neuroaxiales y por tanto pueden estar infravalorados. Además, a nivel periférico se añade la variedad de abordajes en cada plexo nervioso (braquial o lumbosacro) y la diferente susceptibilidad de cada tipo de abordaje a las complicaciones. Los abordajes más proximales al neuroeje se realizan sobre estructuras con más densidad de tejido neural que los distales, en los que predomina el tejido conectivo³⁰. Se ha especulado con la posibilidad de que estos segmentos nerviosos más proximales pudieran resultar más vulnerables y traducirse en más riesgo complicaciones con su bloqueo, pero no se ha confirmado hasta la fecha^{58,59,61}.

Otro dato a tener en cuenta es que en la producción de lesiones en el perioperatorio el principal factor de riesgo sigue siendo la propia cirugía. Se ha demostrado que el uso de distintos tipos de técnicas anestésicas para un mismo proceso quirúrgico no se traduce en distinta incidencia de complicaciones neurológicas para la realización de un mismo procedimiento quirúrgico. Así, para la artroplastia de rodilla y cadera, se realizaron comparaciones entre la AG, anestesia neuroaxial (dosis única o con catéter de infusión continuo) y bloqueos nerviosos, no encontrándose diferencia en las complicaciones aparecidas⁶²⁻⁶³.

Esto mismo se demostró también en pacientes intervenidos de artroplastia de hombro, en donde la tasa de complicación neurológica

postoperatoria era constante independientemente del tipo de anestesia utilizada (AG con o sin bloqueo nervioso de plexo braquial)⁶⁴.

El estudio de Welch con más de 380000 cirugías, demostró que la técnica anestésica no es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de lesión nerviosa perioperatoria⁶⁵. Es importante destacar esta consideración, ya que nuestro trabajo de investigación se realiza en una muestra de población quirúrgica (cirugía traumatológica).

Otro factor importante en las complicaciones neurológicas durante el postoperatorio tras la anestesia regional periférica es la definición de **lesión neurológica periférica**. En este sentido hay dos definiciones importantes tras la realización de un bloqueo nervioso periférico:

- *Síntomas Neurológicos Postoperatorios Precoces y Transitorios* (lo que en los estudios denominan *PONS* o *Early Transient Postoperative Neurologic Symptoms*). Frecuentes entre los primeros días hasta las primeras semanas, con una incidencia variable según estudios entre el 2-20%^{57, 58, 59, 61} y descendiendo progresivamente hasta desaparecer hacia la octava semana espontáneamente. Pueden estar relacionados con el propio bloqueo anestésico más que con la cirugía, son puramente síntomas sensitivos y pueden tener diversas causas.
- *Lesión Neurológica Periférica Propiamente (PN)*, que suele ser independiente del bloqueo anestésico y tener relación con la cirugía. Se presentan en los primeros días tras el postoperatorio, suelen ser sensitivos y durar más de ocho semanas, pudiendo

ceder espontáneamente o ser permanentes. Tienen una incidencia global en torno al 0,03%⁵⁷.

Como decíamos anteriormente, es muy importante filiar correctamente la lesión neurológica en el postoperatorio (etiología y seguimiento), y ver en cuál de las dos definiciones encaja la lesión, ya que es posible que la propia técnica anestésica provoque lesiones permanentes (2-4/10000 bloqueos).

1.6.1.3 Relacionadas con cirugía ortopédica

Como se explicó anteriormente, la propia cirugía, y en concreto la cirugía traumatológica, es factor de riesgo para lesión neurológica periférica permanente (PNI). Es importante conocer el tipo de lesión nerviosa que se asocia a cada tipo de procedimiento quirúrgico a fin de filiar correctamente la lesión que aparece y así optimizar el diagnóstico e indicar el tratamiento de forma precoz si procede.

El problema en el caso de la cirugía ortopédica es que la aparición de lesión neurológica periférica también se hace de forma retrospectiva y el mecanismo etiológico suele ser multifactorial: traumatismo directo, mal posición, compresión, retracción, hematomas, vendajes, etc⁵⁷.

Se describen algunas lesiones bien definidas para que sean tenidas en cuenta en relación a procedimientos específicos.

Cirugía de Hombro

La artroscopia de hombro se relaciona con lesión nerviosa con una incidencia del 0,1 al 10%, causada por tracción del miembro para

mejorar la exposición o por traumatismo directo al colocar el portal de entrada⁶⁶.

Es típica la lesión del nervio circunflejo o axilar⁵⁷.

La prótesis de hombro se relacionan con lesiones difusas de todo el plexo braquial hasta en el 17% de casos. La incidencia de lesión nerviosa en el caso de prótesis invertida de hombro está entre 0,6 y 3,6%, menor que en el caso de prótesis anatómica probablemente por la necesidad de mayor tracción en esta última⁶⁶.

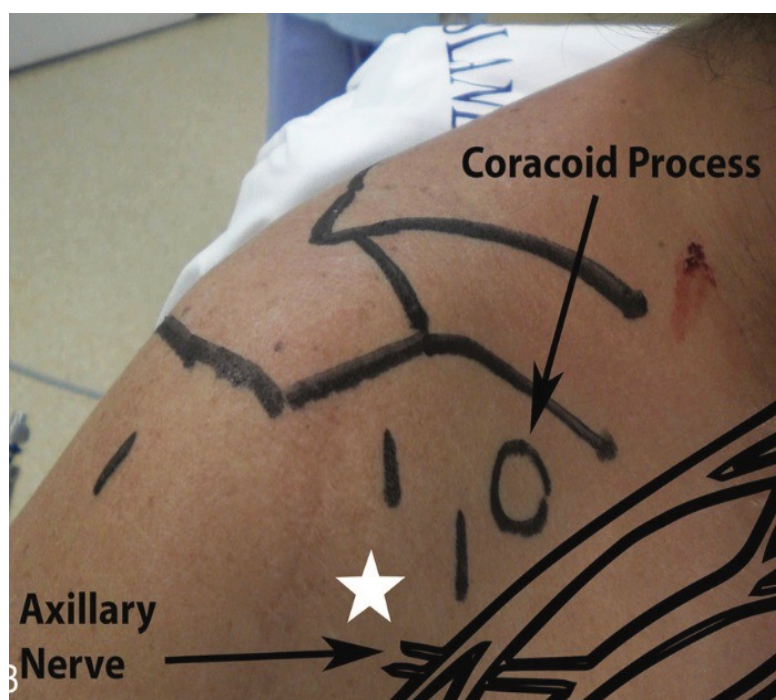


Figura 14. Proximidad de nervio circunflejo al portal anterior artroscopia hombro.

Cirugía de cadera

La frecuencia de lesión nerviosa en relación con la cirugía de cadera varía, aunque se suele situar en torno al 1%⁶⁷. La lesión se relaciona

con la tracción del miembro, la luxación articular o compresión por los retractores⁶⁸.

La incidencia de lesión nerviosa en relación con la artroscopia de cadera varía entre el 0,4 y 13% y ocasiona típicamente lesión del nervio pudendo o del nervio ciático por la tracción necesaria para entrar en la articulación, y femorocutáneo o femoral por lesión directa con el portal⁶⁷.

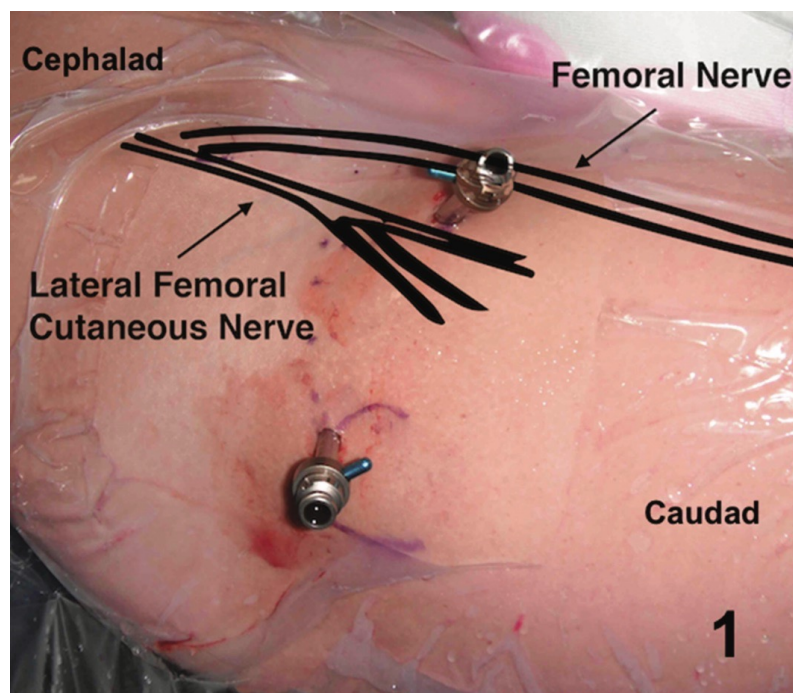


Figura 15⁶⁷. Portales en artroscopia de cadera, posible lesión de nervios femoral o femorocutáneo.

Cirugía de Rodilla

La incidencia de lesión nerviosa asociada a prótesis de rodilla varía entre 0,3 y 9%⁶⁶, siendo la más frecuente la lesión del nervio peroneo común, especialmente en pacientes con valgo importante o contracturas de flexión preoperatorias.

En este tipo de cirugía (prótesis de rodilla), que se hacen con la ayuda de torniquete en el muslo para evitar sangrado en el intraoperatorio, se

describen típicamente las lesiones neurológicas por tiempos mayores de 2 horas de isquemia con un grado de evidencia I según ACC/AHA (Anexo1^{69, 70}).

Tras analizar algunas lesiones neurológicas típicas en relación con procedimientos traumatológicos específicos se hacen una serie de recomendaciones a tener en cuenta ⁵⁷ :

- El conocimiento, localización y frecuencia del tipo de lesión asociada con algunos procedimientos quirúrgicos puede ayudar al diagnóstico y tratamiento de lesiones neurológicas perioperatorias. En la producción de cada lesión hay factores anestésicos, quirúrgicos y propios de cada paciente (grado de evidencia A)^{69,70}.
- Ante toda lesión neurológica perioperatoria en cirugía ortopédica hay que considerar si se usó el manguito de isquemia durante más de 2 horas, lo que se ha asociado a lesión neurológica en el postoperatorio. Se presenta como déficit sensitivo-motor difuso (grado de evidencia A)^{69,70}.
- Si se precisa una valoración precoz de la ausencia de lesión nerviosa en el postoperatorio, considerar el retraso en la realización de técnicas analgésicas al postoperatorio una vez que se corrobore dicha ausencia de lesión nerviosa (grado de recomendación C)^{69,70}.

1.6.2 BASES ANATOMOFISIOPATOLÓGICAS DE LA LESIÓN NERVIOSA PERIFÉRICA

En el tejido conectivo (epineuro) que rodea los fascículos es donde subyace la posibilidad de lesión neurológica periférica postoperatoria, bien en forma de PONS o PNI propiamente⁷¹.

1.6.2.1 Fisiopatología de la lesión nerviosa periférica

La aparición de una lesión neurológica periférica, en base a estudios animales, obedece a una lesión mecánica, isquémica y neurotóxica⁵⁷.

El traumatismo nervioso provoca una serie de cambios que provocan isquemia y neurotoxicidad. Si ese traumatismo llega al perineuro, se pierde el mecanismo protector del fascículo, incrementándose la probabilidad y severidad de la lesión neurológica. El anestésico en un fascículo sin perineuro, sobre todo a elevadas concentraciones, puede provocar respuesta inflamatoria y neurotoxicidad^{72, 73}. El uso de vasoconstrictores para prolongar la duración del bloqueo disminuye el aclaramiento del anestésico, aumentando su exposición.

Otro posible mecanismo que explica la lesión neurológica periférica, es que a pesar de que la aguja utilizada en el bloqueo no rompa el perineuro, sí que puede producirse un aumento de presión intraneural (dentro de epineuro) y ocasionar isquemia, o ruptura de algunos vasos del tejido conectivo epineural, provocando hematoma, aumento de presión intraneural y fenómenos isquémicos en los fascículos. Parece que este último fenómeno es menos neurotóxico, pero no se ha relacionado uno u otro mecanismo con mayor o menor severidad de lesión neurológica periférica⁵⁷.

1.6.2.2 Etiología de la lesión nerviosa periférica

Como hemos visto en la fisiopatología, hay un cúmulo de circunstancias que pueden ocasionar la aparición de lesión neurológica periférica. Hemos clasificado estas circunstancias o factores de riesgo como relacionados con la anestesia, con la cirugía, o con el propio paciente.

- **Colocación de la aguja** para realizar el bloqueo de forma óptima (balanceados inicio de acción y duración), estas localizaciones deben ser exteriores al epineuro (en miembro inferior hemos descrito el espacio subparaneural³²⁻³⁴). Una localización más interna se traducirá en un inicio de acción muy precoz, pero correremos el riesgo de lesión neurológica, aunque hay estudios que hablan de que puede ser segura esta localización intraneural⁴⁹ como el de Bigeleisen. A pesar de utilizar la guía ecográfica, no podemos asegurar que la aguja no rompa el perineuro, haciendo los fascículos vulnerables. Por lo tanto no se recomiendan las inyecciones intraneurales intencionadas⁵⁷.
- **Parestesia en el bloqueo**, bien como método de localización o de forma accidental durante la realización del bloqueo, no se ha demostrado que la aparición de parestesia se traduzca en factor de riesgo en la aparición de lesión neurológica en el postoperatorio⁷⁴. Por otro lado, la ausencia de parestesia no excluye la posibilidad de que la aguja esté en íntimo contacto con el nervio, por lo tanto, la ausencia de la misma no excluye

que no pueda producirse⁴⁹. Sin embargo, si aparece durante la realización del bloqueo, es prudente la recolocación de la aguja e inyectar el anestésico en un lugar donde no se produzca parestesia⁵⁷.

- **Uso de neuroestimulador:** Es una técnica poco sensible para la detección de punción intraneural como demuestra el estudio de Bigeleisen⁴⁹. Nos puede resultar útil la respuesta en relación con la intensidad a la que se produce. Si el estimulador evoca respuesta motora a intensidades muy bajas (0,2 mA), puede indicar una colocación sub-epineural, con mayor riesgo en caso de inyección a ese nivel. Sin embargo, si la respuesta se produce a intensidades mayores de 0,5 mA y se pierde al bajar de este nivel, se suele asociar a localización extra-epineural⁷⁵.
- **Métodos detectores de la presión de inyección,** no está aun claramente definido⁵⁷. El concepto clásico consiste en que bajas presiones en la inyección del anestésico local se relacionan con poco riesgo de inyección intraneural, y altas presiones con mayor posibilidad de inyección intraneural. Lo que se ha demostrado es que no vale la simple sensación del anestesiólogo al inyectar, como detector de presión alta-baja⁷⁶.
- **Guía con ultrasonidos** no se ha relacionado con reducción de lesión neurológica, ni en relación con *PONS* ni *PNI* propiamente⁵⁷,⁵⁸. No sólo por la imposibilidad de los ecógrafos actuales de discernir exactamente si la localización es intrafascicular o extrafascicular⁷¹, sino porque precisamente la visualización de las estructuras neurales hace que el anestesiólogo intente poner

el anestésico lo más cerca posible pudiendo provocar una inyección intraneural inadvertida⁵⁷.

En función del propio paciente existen factores que lo hacen más vulnerable a la lesión neurológica, como neuropatías previas (metabólicas, hereditarias, tóxicos, etc.) entre las que llama la atención la neuropatía diabética.

El enfermo con enfermedad vascular también se ha mostrado más vulnerable a la lesión neurológica. Así, el tabaquismo y la hipertensión arterial se han mostrado factores de riesgo independientes para el desarrollo de lesión neurológica periférica⁵⁷.

Riesgos relacionados con la cirugía

Anteriormente se describió cómo la cirugía era un factor de riesgo para el desarrollo de lesión neurológica perioperatoria.

Se ha comentado cómo según el tipo de cirugía y su localización se pueden desarrollar unas lesiones características, y como factor determinante se apuntó el uso del manguito de isquemia sólo por el hecho de ser utilizado y el tiempo y grado de presión, factores de riesgo para la severidad de la lesión^{57,69,70}.

Como conclusión, la aparición de lesión neurológica periférica es una entidad con factores de riesgo propios del bloqueo (métodos, solución anestésica...), propios del paciente y de la cirugía.

El estudio de la aparición de estas lesiones hace necesario una mejora en los mecanismos de detección de aparición y notificación de estas lesiones cuando aparecen y la toma de una serie de medidas en la

realización de la técnica para minimizar su aparición, teniendo en cuenta el grado de recomendación de las mismas en función de los niveles de evidencia de Oxford⁶⁸ (Anexo 1) .

- La inyección intraneural no ocasiona de forma invariable lesión nerviosa periférica (Nivel 3 de evidencia).
- La inyección intrafascicular debe ser evitada por riesgo de lesión nerviosa histológica o funcional (Nivel 2 de evidencia).
- La parestesia durante la realización del bloqueo no se relaciona con la aparición de lesión neurológica (Nivel 3 de evidencia).
- No hay un método de localización nerviosa que sea superior a los otros en cuanto al riesgo de aparición de lesión neurológica perioperatoria (Nivel 3 de evidencia).
- La presencia de una respuesta motora con el estimulador a intensidades menores de 0,5 mA significa una proximidad muy alta de la aguja con el nervio o inyección intraneural, por lo que debe ser evitada (Nivel 2 de evidencia).
- La ausencia de respuesta motora con el estimulador por encima de 1,8 mA no excluye la posibilidad de inyección intraneural (Nivel 3 de evidencia).
- La inyección de anestésico con alta presión se relaciona con inyección intrafascicular, pero no hay un método fiable que nos sirva para guiar la presión y evitar la lesión nerviosa perioperatoria (Nivel 2 de evidencia).
- La monitorización de la presión como “detección manual” no es suficiente (Nivel 3 de evidencia).

- La ecografía puede detectar inyección intraneural, pero no tiene capacidad para discernir entre intrafascicular o interfascicular (Nivel 2 de evidencia).
- La obtención de imágenes que permitan detectar inyección intraneural no es siempre posible en todos los pacientes ni por todos los anestesiólogos (Nivel 2 de evidencia).

1.7 OBJETIVOS

- Comparar la presencia de síntomas neurológicos postoperatorios entre dos técnicas de bloqueo anestésico del plexo braquial (abordaje supraclavicular y axilar) para cirugía de miembro superior.

Objetivos secundarios:

- Valorar diferencias entre ambos bloqueos en otras variables del perioperatorio: intensidad de dolor (medido por escala visual analógica) y tiempo de latencia para el inicio de cirugía.
- Valorar si otros factores de riesgo aumentan las complicaciones neurológicas en el postoperatorio: Dolor o parestesia durante la realización del bloqueo, u otros propios del paciente (tabaquismo, diabetes, enfermedad vascular periférica).

2. PACIENTES Y MÉTODOS

2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Basándonos en la literatura, nuestro estudio fue diseñado sobre pacientes sometidos a cirugía de miembro superior y que son subsidiarios de anestesia del plexo braquial para realizar la misma. Los pacientes incluidos en la muestra del estudio pertenecen a la Mutua de Accidentes de Trabajo de la Seguridad Social número 61 FREMAP, la cirugía se llevó a cabo en el área quirúrgica del Hospital FREMAP Majadahonda.

Todos los bloqueos fueron realizados por los mismos 5 anestesiólogos del Servicio de Anestesiología, todos con más de 5 años de experiencia en la realización de bloqueos guiados con ultrasonidos.

Para llevar a cabo el trabajo se diseñó un estudio prospectivo, aleatorizado simple ciego en el que se incluyen de forma consecutiva pacientes propuestos para cirugía hasta reclutar un total de 160 pacientes.

La aleatorización se lleva a cabo mediante programa informático, programa Excel realizado por la Universitat de Barcelona, utilizando el siguiente enlace;

www.ub.edu/stat/personal/minarro/software/aleatoritzacio.xls

antes de la realización de cada bloqueo el anestesiólogo responsable de la realización abre el sobre con el tipo de bloqueo a realizar en el paciente en cuestión.

2.1.1 ESTIMACIÓN TAMAÑO MUESTRAL

Para calcular el tamaño muestral se empleó el programa “*EPIDAT 4.1[®]*”. Sabiendo que la desviación típica de los resultados del test *DN4* en un premuestreo previo fue de $\pm 31,8$, para conseguir una precisión de 5% mediante un intervalo de confianza normal al 95% bilareral, con una potencia de test del 80%, fue necesario incluir 80 pacientes por grupo en el estudio.

2.1.2 APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA

Antes del comienzo del estudio, se solicitó aprobación por el comité de ética del hospital (Hospital FREMAP Majadahonda. Majadahonda. Madrid. España) y tras su autorización se comenzó la inclusión de pacientes (Anexo 2). Previamente a la aleatorización, todos los pacientes incluidos firmaron el consentimiento informado (Anexo 3), recibiendo todas la explicaciones necesarias y resolviendo todas las dudas antes de su firma.

2.1.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Fueron incluidos pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años propuestos para cirugía por diversas causas (fracturas, lesiones musculares o tendinosas de codo muñeca y mano) y que no precisaran injerto o transferencia de tejido de otra localización distinta a la extremidad donde se localizaba la lesión, lo que hace posible la realización de la cirugía con anestesia del plexo braquial de forma exclusiva.

Los pacientes debían tener capacidad para comprender los objetivos del estudio, participar de forma voluntaria en el mismo y tras aclarar todas sus dudas se obtuvo su aceptación mediante firma del consentimiento informado previo a la cirugía.

2.1.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Edad menor de 18 años, o incapacidad de para comprender los objetivos del estudio.
- Lesión neurológica documentada (síntomas sensitivos o motores) previa a la cirugía.
- Lesión neurológica advertida en la cirugía.
- Necesidad de injerto o transferencia de tejido de otra localización distinta a la extremidad donde se realiza la cirugía.
- Tiempo de manguito de isquemia intraoperatorio mayor de 2 horas.
- Necesidad de colocación de catéter y perfusión de anestésico local en el plexo braquial para el postoperatorio, bien por mal control del dolor o para facilitar la rehabilitación postoperatoria.

2.1.5 ANÁLISIS PREVISTO DE RETIRADAS Y ABANDONOS

Los abandonos o retiradas que ocurrieran por cualquier motivo durante el seguimiento se considerarán en el informe final del estudio.

2.1.6 TRATAMIENTO DE PÉRDIDAS PREINCLUSIÓN

Los pacientes que cumplan con los criterios de selección pero que no lleguen, por cualquier motivo, a ser incluidos en el estudio, serán

registrados adecuadamente, pero serán excluidos del análisis como no evaluables y sustituidos por otros hasta alcanzar el número previsto.

2.2 PACIENTES

Se seleccionaron 160 pacientes para el estudio, se excluyeron 6 pacientes durante el seguimiento, 2 por lesión neurológica advertida durante la cirugía y 4 por sobrepasar más de 2 horas el tiempo de isquemia intraoperatorio, quedando para el análisis final 152 pacientes. El estudio se inició en febrero de 2016 y la recogida de datos finalizó en octubre de 2016.

Se elaboró un consentimiento informado (Anexo 3) para todos los enfermos incluidos en el estudio, que firmaron previamente a la realización de la cirugía. Del mismo modo se informó a los candidatos del carácter confidencial de los resultados obtenidos, así como de la posibilidad de retirarse del estudio en cualquier momento del seguimiento, si así lo deseaban, y sin necesidad de justificar dicha decisión.

Se diseñó un “Cuaderno de Recogida de Datos” (Anexo 4) en el que se registraron, en cada caso, datos demográficos y el tipo de cirugía realizada así como las variables relativas a los síntomas neurológicos (test DN4) y a la valoración del dolor en el postoperatorio inmediato y a las 6 semanas tras la cirugía. Igualmente se registraron las variables propias del paciente que podían influir en los síntomas neurológicos postoperatorios (tabaquismo, diabetes y enfermedad vascular periférica) o propias de la realización del bloqueo (parestesia o dolor

durante la realización del bloqueo) que también podrían influir en la aparición de síntomas.

Posteriormente, los datos fueron almacenados en un archivo EXCEL (Windows®).

2.3 MÉTODOS

El seguimiento del paciente comienza con el día en el que se realiza la cirugía, y finaliza con la visita al hospital a las 6 semanas de la cirugía en la mayoría de los casos, los pacientes que presentaron síntomas neurológicos a las 6 semanas prolongaron su seguimiento hasta que se negativizaron los síntomas, tras 12 semanas de ningún paciente precisó más seguimiento.

2.3.1 INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA. REALIZACIÓN DEL BLOQUEO DEL PLEXO BRAQUIAL

En el día de la realización de la cirugía se comprobaron los criterios de inclusión y exclusión y se revisó la historia clínica de cada paciente, anotando los factores de riesgo propios del paciente en la aparición de síntomas neurológicos (tabaquismo, diabetes y enfermedad vascular periférica) y los datos demográficos (edad, sexo, altura y peso).

Posteriormente, se anotó el tipo de cirugía realizada y si durante la realización del bloqueo el paciente experimentó dolor o parestesia.

Tras la realización del bloqueo, y previamente al comienzo de la cirugía se anotó el tiempo de latencia medido en minutos, para ello se fija como “tiempo 0” el momento en el que finaliza la realización del

bloqueo y cada 3 minutos se explora el bloqueo sensitivo y el bloqueo motor en el brazo.

El bloqueo motor se explora mediante la escala:

2 - movilidad normal

1 - debilidad

0 - parálisis

El bloqueo sensitivo se explora mediante la escala:

2 - siente frío y tacto

1 - no frío, sí tacto

0 - no frío, no tacto

Se anota cuándo se alcanza el grado 0 en bloqueo motor y bloqueo sensitivo desde el tiempo 0 (fin de la realización del bloqueo).

Independientemente del tipo de abordaje para el bloqueo del plexo braquial, a todos los pacientes se les canalizó vía venosa periférica de calibre 18G en el brazo contrario a la cirugía.

Por vía venosa periférica se administró fluidoterapia con cristaloideos (Ringer Lactato Grifols®) a ritmo de 15 ml/kg/hora a todos los pacientes durante el tiempo de cirugía.

Todos los pacientes fueron monitorizados según los estándares para la vigilancia de oxigenación, ventilación y circulación^{56, 78}, para lo que se utilizó pulsioximetría continua, monitorización electrocardiográfica continua con 3 derivaciones y medición de presión arterial no invasiva cada 5 minutos durante todo el tiempo en el que el paciente estuvo en quirófano: tiempo en la realización del bloqueo y tiempo de cirugía.

Durante el tiempo en quirófano se colocaron unas gafas nasales por las que se administró oxígeno medicinal a 3 litros por minuto.

Previo al inicio del bloqueo a todos los pacientes se les administró sedación con midazolam 3 mg y 50 microgramos de fentanilo, asimismo durante la cirugía se les administró una perfusión continua de remifentanilo en régimen TCI (Infusión controlada por objetivo) con un ritmo que osciló entre 0,5-1 ng/ml con infusión controlada en plasma, a fin de que el paciente se encontrara confortable durante el intraoperatorio. Si el paciente presentaba ansiedad durante la cirugía se añadían dosis adicionales de midazolam de 1 mg hasta encontrarse confortable y colaborador, clasificación de sedación de Ramsay nivel II⁷⁹ (Anexo 7).

Todos los bloqueos se realizaron guiados con ultrasonidos: Ecógrafo Sonosite EDGE con sonda lineal de 38 mm con frecuencia de 13-6 Mhz (Sonosite ®) y la aguja utilizada para la realización de la punción fue la misma en todos los casos, Echoplex 85 mm, 21G, bisel de 20° (Vygon ®).

La aguja para la realización del bloqueo guiado por ultrasonidos, además estaba conectada a estimulador Stimuplex *HNS12* (Braun®), antes de la inyección del anestésico en el plexo braquial a nivel supraclavicular o a nivel axilar, se comprobaba que no hubiera respuesta motora a intensidad de 0,5 mA, y si persistía respuesta a intensidades menores de 0,5 mA en el estimulador se retiraba la aguja hasta que desaparecía la respuesta previa a la inyección, todo ello bajo visión ecográfica.

Anestésico local en el bloqueo

En todos los bloqueos del plexo braquial (axilar y supraclavicular) se administró una mezcla de Mepivacaina al 1,5% y L-bupivacaina 0,125%, con un volumen final de 24 ml.

El anestésico local fue cargado de forma estéril en 2 jeringas separadas de 12 ml cada una.

La inyección del anestésico se realiza bajo visión ecográfica, observando la distribución del anestésico alrededor del nervio a bloquear. Se busca que la estructura neural objetivo se rodee de anestésico local, buscando la distribución clásica del anestésico en forma de “*Donut*” (distribución del anestésico alrededor del nervio creando una forma circunferencial con un centro más hiperecoico y una periferia hipoecoica) que es considerado la distribución de elección⁸⁰.

La inyección del anestésico se hace en forma de pequeñas inyecciones por un ayudante (otro anestesiólogo residente o enfermera de anestesiología) viendo la distribución del anestésico y avisando en caso de detectar alta presión durante la inyección para, en el caso de que así sea, cambiar la localización de la aguja. Si la inyección del anestésico no se distribuye de forma satisfactoria, o asemeja una inyección intraneural (*swelling*) se cambia de localización.

Descripción técnica. Bloqueo supraclavicular

Para la realización de este bloqueo, se coloca al paciente en decúbito supino con su cabeza apoyada en una almohada y girada hacia el lado

contralateral con el brazo pegado a lo largo del tórax y descansando sobre la camilla.



Figura 17. Colocación de paciente para la realización de plexo supraclavicular. Sonda ecografía en plano coronal oblicuo.

Marcamos la referencia de la clavícula, que se facilita por el giro de la cabeza hacia el lado contralateral y tras desinfección de la piel con clorhexidina jabonosa 2%, colocamos la sonda lineal del ecógrafo (previa impregnación en gel conductor y cubierto con funda de látex estéril) en el hueco que queda superior a la clavícula, en un plano

coronal oblicuo (sagital al eje largo de la clavícula), colocando la sonda en la mitad anterior de la clavícula.

El objetivo inicial es buscar la imagen vascular de la arteria subclavia, y la primera costilla, que aparece como una estructura con densidad ósea separando el plexo braquial de la pleura. La visualización de esta estructura es fundamental para la realización del bloqueo con seguridad, ya que actúa de mecanismo protector evitando que durante la realización del bloqueo la aguja atraviese el límite inferior del plexo y perfore la pleura, ocasionando un neumotórax, complicación más frecuente del abordaje del plexo braquial y que se disminuye con el uso de los ultrasonidos⁵⁷.

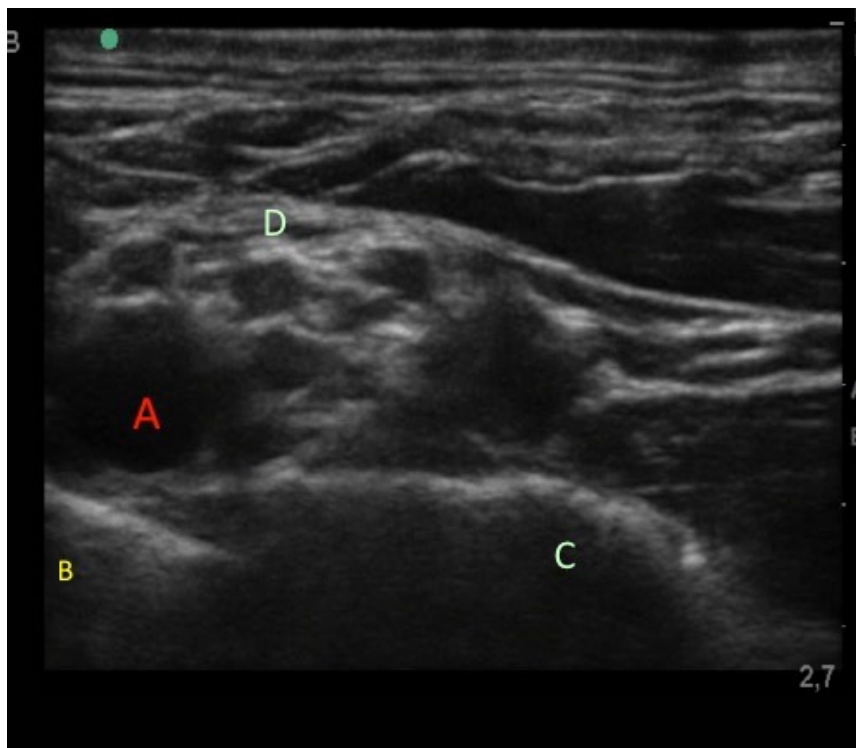


Figura 18. Abordaje supraclavicular. A. Arteria subclavia. B. Pleura. C. Primera costilla. D. Plexo braquial

En nuestro trabajo, realizamos la triple inyección depositando 10 ml a nivel del *corner pocket* como punto fundamental en el éxito del bloqueo como describió Soares^{81,82}, y los otros 14 ml restantes en la parte media y en la parte superior de las divisiones comprobando una correcta distribución del anestésico en los *claster* nerviosos como se describe por Techasuk y colaboradores^{83,84} consiguiendo un tiempo de inicio menor que si hacemos una única inyección además de mayor probabilidad de éxito.

Todo el anestésico se deposita atravesando la fascia que rodea el plexo braquial desde su origen a nivel cervical, por lo que nuestro abordaje es un abordaje subfascial³⁵ del plexo braquial.

La entrada de la aguja se hace en plano, a fin de conseguir ver la punta de la aguja en todo momento, y evitar puncionar el pulmón, complicación más temida, y desde lateral a medial, ya que en la parte lateral hay más profundidad hasta la pleura que en la parte medial.

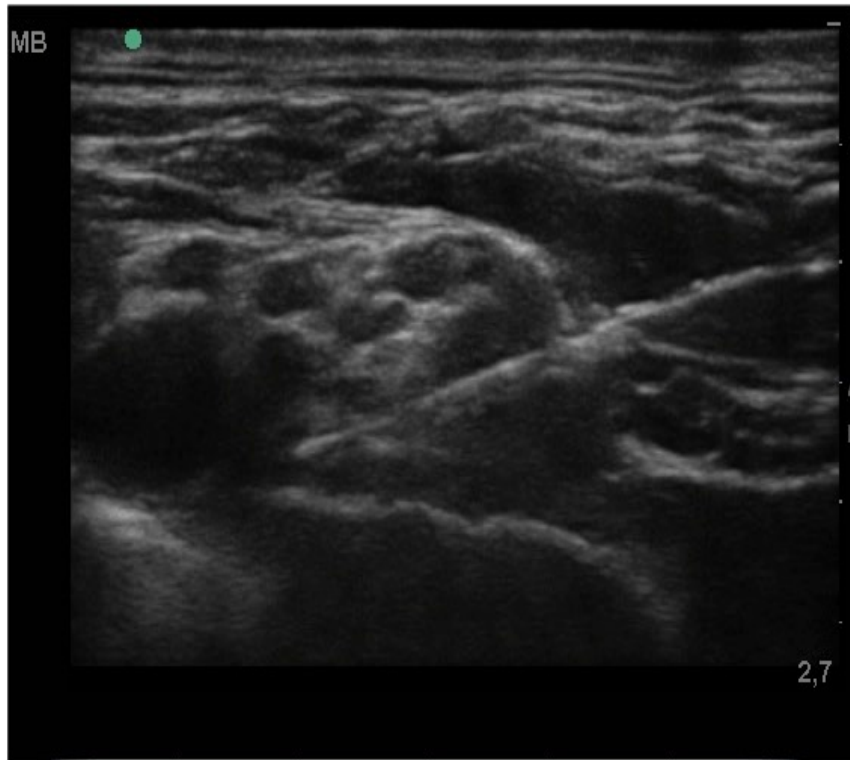


Figura 19. Aguja entrando desde lateral a medial, punta alojada en el *corner pocket* (plexo supraclavicular).

Previamente a la inyección, se aspira con la jeringa de 12 ml, y si es negativo (ausencia de sangre en la aguja), se administra la dosis de anestésico según el punto en el que se encuentre la aguja. Antes de la inyección, igualmente se comprueba que no haya respuesta motora con la estimulación conectada a una intensidad de 0,5 mA.

Descripción técnica. Bloqueo axilar

Para la realización de este bloqueo se coloca al paciente en decúbito supino, con la cabeza apoyada en una almohada y girada hacia el lado contrario a bloquear.

El brazo en esta ocasión se debe colocar en abducción y con flexión del codo, de tal manera que la mano a bloquear quede a la altura de la cabeza del paciente.



Figura 20. Colocación del paciente para realización del bloqueo axilar.

Tras desinfección de la piel con clorhexidina jabonosa 2%, y protección de la sonda de ultrasonidos se coloca la misma en el hueco axilar, perpendicular al eje mayor del brazo, hasta encontrar la referencia de la arteria axilar, como estructura vascular pulsátil, asimismo debemos buscar la referencia del tendón conjunto formado por tríceps y dorsal ancho, como una estructura hiperecoica por debajo de la arteria axilar. Alrededor de la arteria axilar se identifican los nervios terminales del plexo braquial a nivel axilar: mediano, cubital, radial y musculocutáneo. Pegado al nervio cubital, o mínimamente separado, se puede ver en ocasiones el nervio cutáneo braquial medial. El musculocutáneo puede encontrarse a veces alejado de los otros tres, situado interfascial entre los músculos coracobraquial y bíceps braquial.

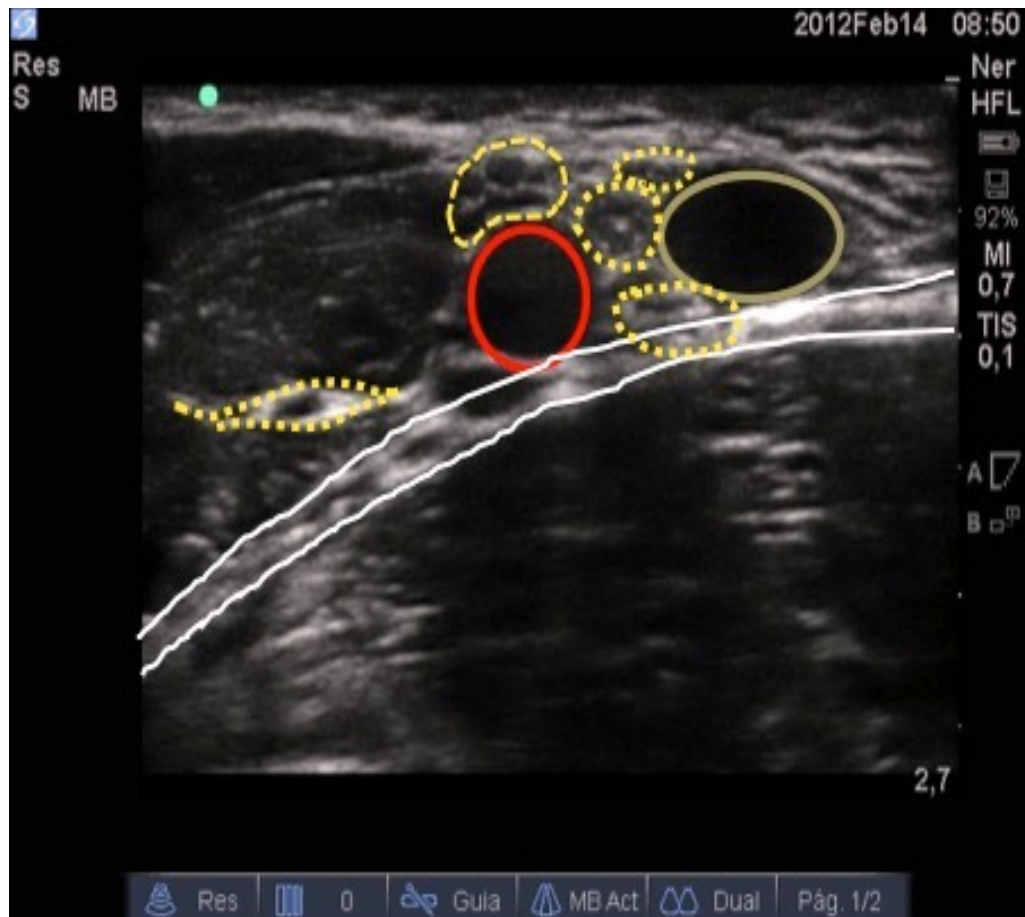


Figura 21. Visión ecográfica de plexo braquial a nivel axilar. En rojo arteria axilar. Doble línea blanca tendón conjunto. Amarillo continuo vena axilar. Amarillo punteado: nervios musculocutáneo a la izquierda, mediano sobre arteria, cubital y cutáneo braquial-medial entre arteria y vena (superiores), radial entre arteria y vena (inferior).

El bloqueo se realiza entrando con la aguja en plano desde medial, o desde lateral, en función de la anatomía vascular de cada individuo, a fin de evitar punciones vasculares bien de la arteria o bien de la vena axilar.

Independientemente del punto de entrada se reparten los 24 ml de la mezcla de anestésico local entre los nervios, a fin de rodear todos ellos evitando la inyección intraneural por visión ecográfica (*swelling*), y comprobando con estimulación que no hay respuesta motora con

menos de 0,5 mA de intensidad del neuroestimulador antes de cada inyección.

De este modo se realiza una inyección multinivel también en el bloqueo axilar.

2.3.2 SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO. PRIMERAS 24 HORAS

Una vez finalizada la cirugía los pacientes fueron a la sala de Reanimación postquirúrgica. Todos los pacientes se mantuvieron en el hospital la primera noche tras la cirugía y se les administró dexketoprofeno 50 mg intravenoso cada 8 horas alternando con paracetamol 1 g cada 8 horas intravenoso. Si el dolor postoperatorio no se controlaba adecuadamente a pesar de la medicación pautaada, se administraba cloruro mórfico IV, dosis de 3 mg hasta control del dolor.

Tras la primera noche de ingreso en el hospital, una enfermera ajena a la realización y tipo de bloqueo realizado proporciona el cuestionario de detección de síntomas neuropáticos (Anexo 5) y la valora la intensidad del dolor postoperatorio según la escala visual analógica (EVA) (Anexo 6).

2.3.2-A ESCALA ESCALAS DE MEDICIÓN DEL DOLOR. ESCALA VISUAL ANALÓGICA.

La IASP (International Association Pain Study) define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, real o potencial, o descrita en términos de dicho daño”.

Para la medición de esa percepción se han desarrollado escalas, en nuestro estudio utilizaremos una escala unidimensional (EVA) y otra escala para la detección de síntomas neuropáticos.

La escala EVA es una escala para medir el dolor de tipo subjetivo, unidimensional, formada por una línea de 10 cm en disposición horizontal en nuestro caso, donde el extremo izquierdo representa la ausencia completa de dolor y la derecha, el máximo dolor imaginable (Anexo 6).

Al paciente se le pregunta cuál es su dolor en el momento de la visita y debe marcar sobre la línea el lugar que corresponde con la intensidad de su dolor. Posteriormente, se superpone una escala milimetrada, que permite cuantificar la marca realizada por el paciente y podemos así comparar con la visita posterior a las 6 semanas.

2.3.2-B ESCALA DE MEDICIÓN DE SÍNTOMAS NEUROPÁTICOS. ESCALA DN4

El DN4 consta de diez preguntas que se contestan con un sí o un no y, aunque las cuatro últimas deben ser realizadas bajo exploración, la enfermera pregunta acerca de cada uno de los síntomas al paciente. (Anexo 5).

La gran ventaja de la escala DN4 es que pregunta de forma positiva sobre todos los síntomas posibles de tipo neurológico, lo que hace no infradiagnosticar ningún caso.

En nuestro estudio se considera que el DN4 es positivo si el paciente contesta de forma afirmativa a alguno de los síntomas sobre los que se le pregunta.

2.3.3 SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO. 6 SEMANAS TRAS CIRUGÍA

Coincidiendo con la visita hospitalaria, el paciente es citado en la consulta de enfermería, donde la misma enfermera se encarga de la volver a preguntar a todos los pacientes por la presencia de algún síntoma neuropático siguiendo el cuestionario DN-4. Además se vuelve a preguntar por la intensidad de dolor en ese momento medido por la escala EVA.

Si el paciente refiere algún síntoma, se le vuelve a citar a las 2 semanas, para repetir el cuestionario. Si el paciente refiere dolor, se le remite a la consulta del médico anestesiólogo para valoración.

2.4 ANALISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 20.0(R) (SPSS Inc. Chicago) para Windows.

La descripción de los datos cualitativos se realizó en forma de frecuencias absolutas y porcentajes y, la de los datos cuantitativos, mediante la media \pm desviación estándar (DE), la mediana y el mínimo y máximo.

La variación global entre las mediciones del test DN4 en la segunda toma de medidas con grupos de estudio, se realizó mediante el test Chi-square, así como la variación entre los distintos factores de riesgo del estudio con el test DN4.

La variación global entre las mediciones en postoperatorio y las obtenidas a las 6 semanas para el test EVA en ambos grupos, se

analizó tanto con el test t-Student para datos pareados, siguiendo distribución normal en ambas medidas efectuadas.

La latencia sensitiva se quiso comprobar su variación entre ambos grupos usando el test Chi-square, así como el dolor/parestesia existente entre ellos.

Todas las pruebas estadísticas se han considerado bilaterales y, como valores significativos, aquéllos con $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este estudio se han estudiado dos grupos, uno con bloqueo axilar y otro con bloqueo supraclavicular. En total se han reclutado en el estudio 160 pacientes, de los cuales, 80 pacientes se incluyeron en el grupo de bloqueo axilar y 80 en el grupo de bloqueo supraclavicular, excluyendo 6 pacientes del grupo de bloqueo axilar y 2 pacientes del grupo de bloqueo supraclavicular, quedando el estudio con 74 pacientes en el grupo de bloqueo axilar y 78 pacientes en el bloqueo supraclavicular y finalizando con 152 pacientes en total.

Distribución por sexo

108 hombres (71,1%) y 44 mujeres (28,9%), teniendo en el grupo axilar a 60 hombres (75 %) y 20 mujeres (25%), mientras que en el grupo supraclavicular se recluyeron a 48 hombres (66,7%) y 24 mujeres (33,3%).

Edad

Valor de media en la muestra 43,65 años ($\pm 10,137$ años), con rango de 43 años (21-64). La media de edad en el axilar fue de 43,66 años ($\pm 10,576$ años) y en el supraclavicular fue de 43,64 años ($\pm 9,700$ años).

Distribución Factores de Riesgo

Tabla 2. Frecuencia de los diferentes factores de riesgo en los pacientes del estudio.

	Total (%)	Grupo Axilar (%)	Grupo supraclavicular (%)	
Diabético	6 (3,9)	2 (2,7)	4 (5,1)	p= 0,256
Fumador	52 (34,2)	29 (36,2)	23 (31,9)	p=0,847
Enfermedad vascular	2 (1,3)	1 (1,3)	1 (1,3)	P= 1,000
Parestesia	36 (23,7)	15 (18,8)	21 (29,2)	P=0,085

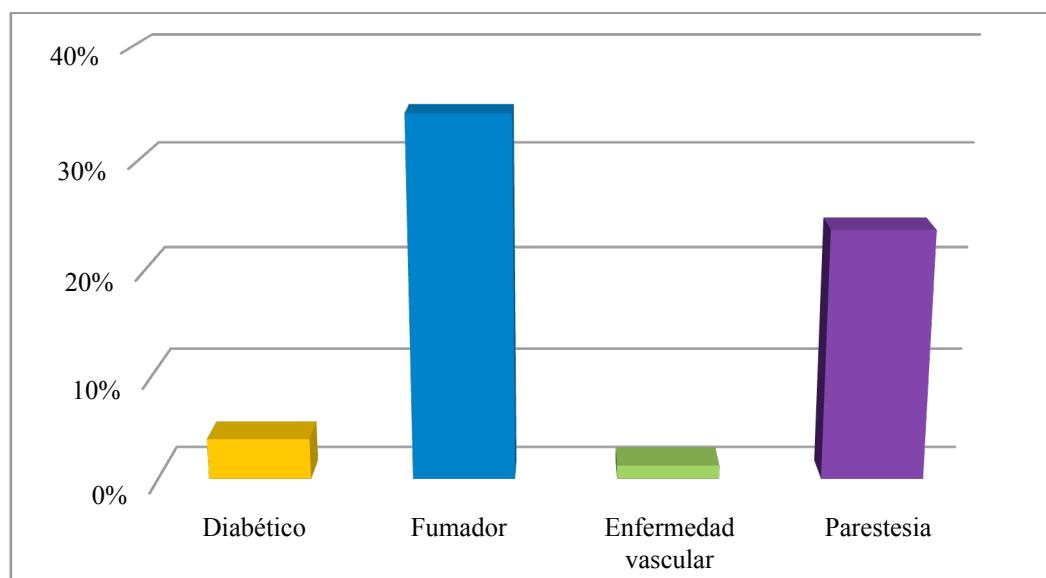


Gráfico 1. Frecuencia de los factores de riesgo en el total de los datos.

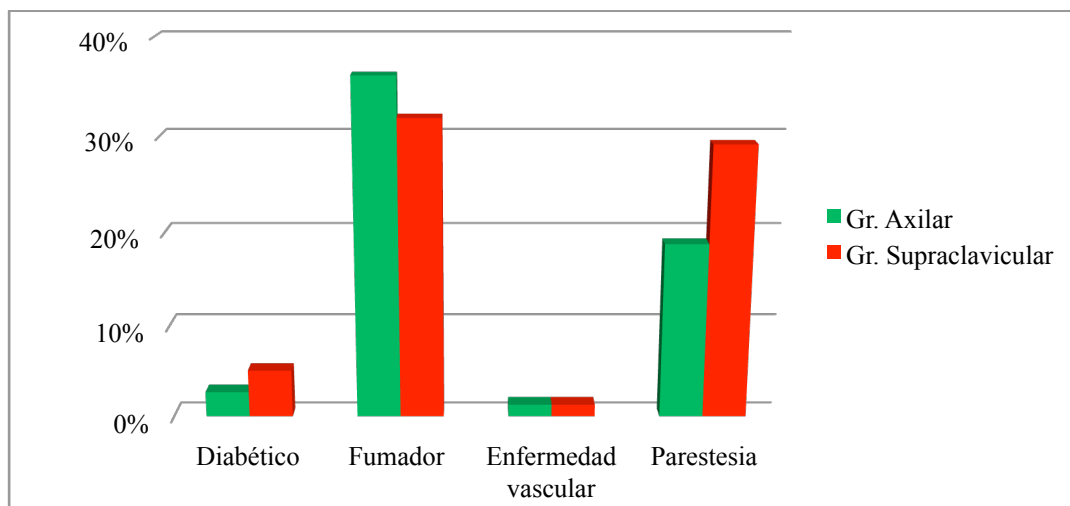


Gráfico 2. Frecuencia de los factores de riesgo en los dos grupos de estudio.

Distribución tipo de lesiones que propiciaron la cirugía

Tabla 3. Frecuencia de las lesiones que propiciaron cirugía de miembro superior

	Frecuencia
Osteosíntesis abierta huesos mano/muñeca	102 (64,6%)
Lesiones tendinosas/musculares	33 (20,9%)
Artroscopia con reparación de estructuras articulares	23 (14,5%)

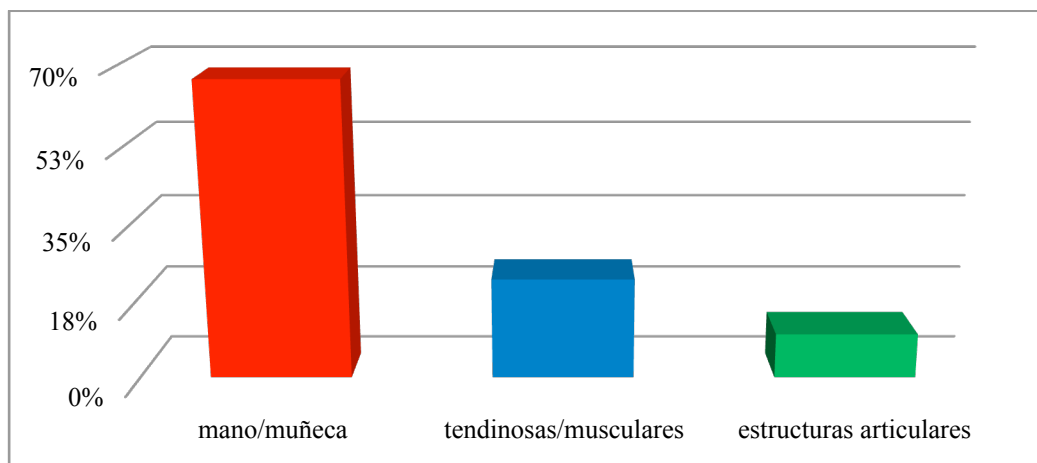


Gráfico 3. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía.

Tabla 4. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo axilar.

	Frecuencia
Osteosíntesis abierta huesos mano/muñeca	53 (67,1%)
Lesiones tendinosas/musculares	18 (22,8%)
Artroscopia con reparación de estructuras articulares	8 (10,1%)

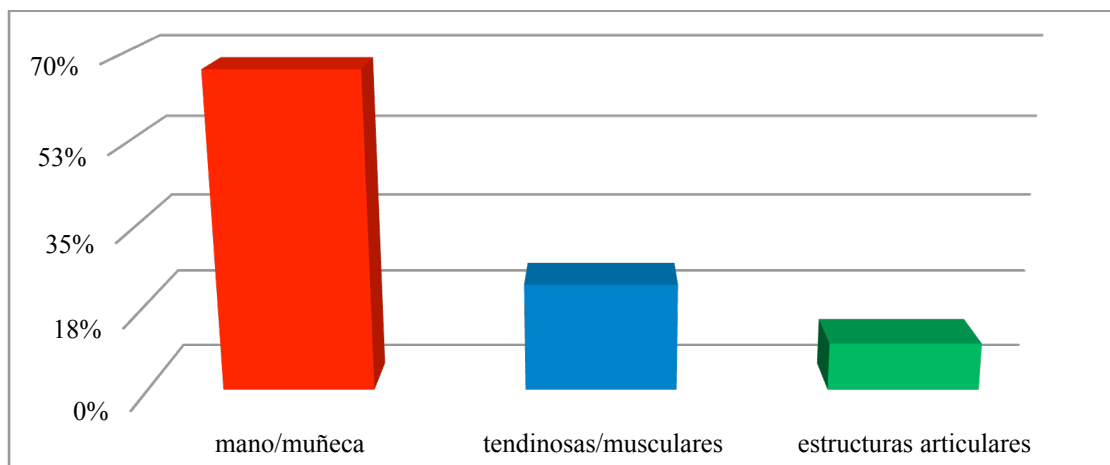


Gráfico 4. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo axilar.

Tabla 5. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo supraclavicular.

	Frecuencia
Osteosíntesis abierta huesos mano/muñeca	49 (62%)
Lesiones tendinosas/musculares	15 (19%)
Artroscopia con reparación de estructuras articulares	15 (19%)

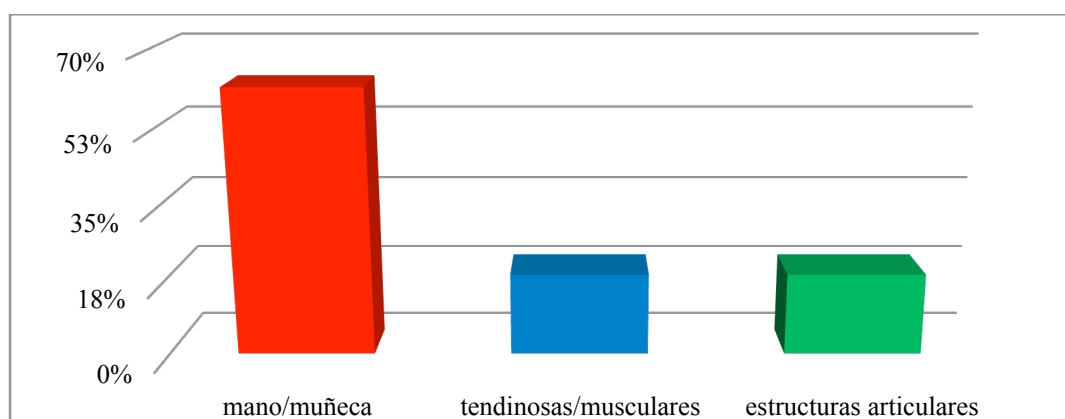


Gráfico 5. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo supraclavicular.

Tiempo de Latencia

La latencia sensitiva adquirió un valor medio en todos los pacientes del estudio de 8,42 minutos ($\pm 3,24$ minutos), con un rango de 20 minutos (mínimo de 3 minutos y máximo de 23 minutos).

En el grupo de bloqueo axilar el valor medio de esta latencia sensitiva correspondió a 8,05 minutos ($\pm 3,438$ minutos), mientras que en el grupo de bloqueo supraclavicular los valores medios fueron de 8,83 minutos ($\pm 2,974$ minutos).

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

Variable principal: Síntomas positivos (DN4) por tipo de bloqueo

El objetivo principal del estudio es determinar si existen diferencias en el test DN4 (para detectar síntomas neurológicos) a las 6 semanas postoperatorias entre los dos grupos del estudio (abordaje axilar frente a supraclavicular), con resultado estadísticamente significativo ($p=0,014$) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 entre los dos grupos de estudio a las 6 semanas postoperatorio.

		Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
		No	Si	
Grupo de estudio	Axilar	75	5	80
	Supraclavicular	58	14	72
Total		133	19	152

Síntomas neurológicos (DN4) por otros factores de riesgo

Otro objetivo del estudio fue comprobar si la presencia de estos resultados de DN4 positivos de síntomas neurológicos a las 6 semanas se asoció a factores de riesgo, como diabético, fumador, enfermedad vascular, parestesias o dolor durante la inyección.

- *Diabético*: el ser diabético no indujo el tener unos resultados estadísticamente significativos en el test DN4 a las 6 semanas postoperatorio con respecto a no ser diabético ($p=0,345$) (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes diabéticos a las 6 semanas postoperatorio.

	Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
	No	Si	
Diabetico No	127	19	146
Si	6	0	6
Total	133	19	152

- *Fumador*: el ser fumador tampoco nos llevó a tener unos resultados estadísticamente significativos en el test DN4 a las 6 semanas postoperatorio con respecto a no serlo ($p=0,796$) (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes fumadores a las 6 semanas postoperatorio.

	Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
	No	Si	
Fumador No	88	12	100
Si	45	7	52
Total	133	19	152

- *Enfermedad vascular periférica*: Tampoco se encontraron resultados significativos en los pacientes vasculópatas. ($p=0,591$) (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes vasculópatas a las 6 semanas postoperatorio.

		Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
		No	Si	
Enfermedad vascular periférica	No	131	19	150
	Si	2	0	2
Total		133	19	152

- *Sexo*: Se encontraron diferencias significativas en la aparición de síntomas neurológicos entre sexo masculino y femenino. ($p=0,019$) (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 a las 6 semanas postoperatorio por sexos.

		Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
		No	Si	
Sexo	Hombre	95	9	104
	Mujer	34	10	44
Total		129	19	148

-Parestesia o dolor en la inyección. No resultados estadísticamente significativos entre la presencia de los resultados positivos del test DN4 a las 6 semanas con la presencia de dolor o parestesia ($p=0,773$) (Tabla 11),

Tampoco existen diferencias al comparar la presencia de dicha parestesia con la frecuencia encontrada en cada uno de los grupos ($p=0,131$) (Tabla 12).

Tabla 11. Análisis de tabla de contingencia del test DN4 a las 6 semanas postoperatorio con el dolor/parestesia con inyección.

		Valoración DN4 a las 6 semanas		Total
		No	Si	
Dolor/parestesia con inyección	No	102	14	116
	Si	31	5	36
Total		133	19	152

Tabla 12. Análisis de tabla de contingencia entre el dolor/parestesia con inyección y los grupos de estudio.

		Grupo de estudio		Total
		Axilar	Supraclavicular	
Dolor/parestesia con inyección	No	65	51	116
	Si	15	21	36
Total		80	72	152

Dolor en el postoperatorio

Se utilizó la puntuación EVA que se midió después de la operación y a las 6 semanas y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (Tabla 13).

Tabla 13. Comparativa del dolor en el postoperatorio y a las 6 semanas entre los grupos del estudio.

	EVA postop	EVA 6 semanas
Axilar vs Supraclavicular	p=0,423	p=0,195

En el postoperatorio tuvimos valores medios en el EVA del grupo axilar de 3,59 ($\pm 2,544$), mientras que en el grupo supraclavicular los valores medios fueron de 3,26 ($\pm 2,403$). A las 6 semanas, los valores medios de EVA encontrados en el grupo axilar fueron de 0,58 ($\pm 1,041$) y en el grupo supraclavicular los valores medios fueron de 0,39 ($\pm 0,703$).

Latencia sensitiva entre ambos abordajes

Se realizó igualmente una comparativa entre ambos grupos en las latencias mediante el test T de Student, no viendo entre los grupos diferencias estadísticamente significativas ($p=0,137$)

Los *valores medios* en el grupo axilar fueron de 8,05 minutos ($\pm 3,438$ minutos), mientras que en el grupo supraclavicular los resultados medios correspondieron a 8,83 minutos ($\pm 2,974$ minutos).

4. DISCUSION

La incidencia de complicaciones tras la anestesia regional es baja en general, aunque se ha descrito anteriormente la problemática existente en relación a la recogida de estas complicaciones, ya que los trabajos con mayor número de pacientes analizados obedecen a grandes encuestas nacionales que recogen datos a través de encuestas de cumplimentación voluntaria^{56, 57, 66, 67}, lo que infravalora la declaración de complicaciones, especialmente las de menor relevancia, porque probablemente, ni siquiera el propio anestesiólogo sabe de su aparición, ya que habitualmente no se hace una entrevista sistemática en busca de la aparición de complicaciones a los enfermos a los que se les realiza una anestesia regional para cualquier tipo de cirugía⁵⁷.

Una de los principales valores de nuestro trabajo de investigación, es precisamente, que se planteo un análisis sistemático de las posibles complicaciones neurológicas de una forma objetiva, como fue la cumplimentación de un test validado (DN4) para detectar síntomas neurológicos a todos los pacientes que participaron en el estudio.

Dentro de las complicaciones de la anestesia regional, nuestro trabajo se centró en el grupo de las neurológicas, por su frecuencia y porque un grupo de ellas se pueden relacionar de forma directa con el tipo de abordaje anestésico utilizado. Como definimos anteriormente existen: los síntomas neurológicos transitorios (PONS), que tienen una prevalencia variable entre 2-20% según las series^{57, 58, 59, 61}, puramente sensitivos, relacionados con la técnica anestésica propiamente, de duración limitada. Por otro lado la lesión neurológica periférica (PNI),

más duradera sin ser permanente, a veces con síntomas motoras asociados, con una incidencia en torno al 0,03%⁵⁷.

En nuestro trabajo aparecieron 19 pacientes con PONS a las 6 semanas en el grupo de los que se les realizó un abordaje supraclavicular del plexo braquial (19,4%), mientras que sólo 5 pacientes en el grupo del abordaje axilar (6,2%) con una diferencia estadísticamente significativa entre ambos, esta cifra es por tanto concordante con los trabajos publicados.

Un dato importante de nuestro trabajo de investigación es su diseño prospectivo y que el análisis de estos síntomas neurológicos es la variable principal, ya que en otros trabajos, aunque también prospectivos, los síntomas neurológicos sólo se recogen si el paciente los refiere, no se pregunta de forma positiva por ellos. Así los trabajos de Davis⁸⁸ o de Perlas⁸⁹ analizan de forma prospectiva 200 y 500 pacientes respectivamente, en un caso el abordaje interescalénico y en otro el abordaje supraclavicular, pero su variable principal es el éxito en la consecución del bloqueo, y cómo variables secundarias son las complicaciones en general (punción vascular, infección, neumotórax y complicaciones neurológicas) describiendo una prevalencia de PONS entre sus pacientes analizados entre el 0,5-1%, probablemente porque el paciente no lo notificó, ya que suelen ser síntomas neurológicos puros, sin debilidad motora y ausencia de dolor.

Otra ventaja de nuestro estudio, es que se aleatorizan pacientes, y que todos se incluyen de forma consecutiva, no excluyendo a ningún paciente previo a la cirugía, con lo que no cabe la posibilidad de sacar

del trabajo aquellos casos técnicamente más dificultosos que pueden aumentar las complicaciones (obesos, edad avanzada, diabéticos).

En esta misma línea, el trabajo de Liu⁷¹, también prospectivo, compara 2 tipos de bloqueos (supraclavicular e interescalénico), pero no de forma aleatorizada, lo que puede hacer que uno de los 2 tipos de bloqueos contenga a los pacientes que pudieran presentar más dificultades y más subsidiarios de complicaciones, además los síntomas neurológicos no era su variable principal, sino el éxito y la aparición de otras complicaciones mayores (punción vascular, neumotórax, disnea) siendo la prevalencia de PONS en la población de ese trabajo del 0,4%.

Este mismo autor⁹⁰, realiza otro trabajo prospectivo, esta vez aleatorizado comparando dos métodos para la realización del abordaje interescalénico (ecografía versus estimulación), y en este caso la variable principal sí es el análisis de síntomas neurológicos postoperatorios, apareciendo un 11% de PONS entre los pacientes en los que se realizó la técnica guiada con estimulador frente a un 8% con la técnica eco-guiada, con una diferencia no significativa.

Esto parece corroborar que cuando se busca la aparición de estos PONS (variable principal del estudio) su resultado es mayor, lo que confirma lo que apuntan las guías⁵⁷, que estos síntomas neurológicos están infradiagnosticados.

De los 10 síntomas neurológicos que se valoraron en el test DN4 (Anexo 5), todos los pacientes de nuestro estudio en los que el resultado fue positivo a las 6 semanas refirieron el mismo síntoma (parestesias), ningún otro síntoma y en ningún caso dolor. En ninguno

de los estudios descritos la detección se hace con un test validado, pero los que describen el tipo de síntoma encontrado, también es el síntoma parestesia.

A todos los pacientes de nuestra serie que tuvieron síntomas positivos se les siguió revisando cada 2 semanas hasta la resolución del cuadro. A las 12 semanas, en todos los casos había desaparecido la sintomatología sin necesidad de tratamiento. Ningún paciente experimentó debilidad motora durante el seguimiento.

Dentro de los 160 pacientes aleatorizados en los 2 grupos, se excluyeron 8 pacientes, 6 del grupo axilar y 2 del grupo supraclavicular. La causa de la exclusión fue la extensión del tiempo de isquemia del miembro superior más de 2 horas (4 del grupo axilar y 2 del supraclavicular), y 2 casos del grupo del axilar que experimentaron una lesión neurológica advertida durante la cirugía, en los 2 casos fue durante la osteosíntesis de fracturas, un caso de fractura de extremidad distal de radio, y otro de fractura de cabeza de radio, ocasionando lesión del nervio mediano en la muñeca, y lesión de rama interósea posterior del nervio radial respectivamente.

En estos casos el tiempo de recuperación se extendió más de 12 semanas, y asociaron debilidad motora, aunque en ningún caso los pacientes experimentaron dolor durante el seguimiento. Estos 2 casos de lesión neurológica advertida en la cirugía se encuadran dentro de la PNI, resultando en nuestra muestra una prevalencia de 0,62%. Esta PNI se asocia a la cirugía, siendo además un grupo de riesgo la cirugía traumatológica^{65, 66, 67} que constituye toda nuestra muestra, pero además dentro de esta población de riesgo, la lesión de extremidad

distal de radio es una subpoblación de mayor riesgo dentro de la traumatología, pudiendo llegar la lesión del nervio mediano hasta el 20%⁹².

El objetivo principal del trabajo fue el comparar la diferente aparición de PONS en 2 abordajes distintos del plexo braquial, a fin de evitar el mayor número de factores de confusión posibles, se diseñó un estudio con una muestra homogénea de pacientes en cuanto al tipo de cirugía que recibieron y que resultaran comparables en cuanto a otros factores de riesgo para la producción de lesión neurológica propios del paciente (tabaco, diabetes, vasculopatía) (tabla 2).

Los factores anestésicos también fueron comparables entre grupos ya que en todos los casos se usó el mismo volumen de anestésico (24 ml) de la misma mezcla de anestésico Mepivacaína 1,5% y Levobupivacaína 0,125% (consiguiendo un mezcla de anestésico con rápido inicio, por la Mepivacaína y duración posterior en forma de analgesia postoperatoria por la Levobupivacaína⁵³) y con técnicas similares teniendo en cuenta las diferencias por el distinto abordaje.

En cuanto a las técnicas, tanto el abordaje axilar, como el abordaje supraclavicular tienen varias posibilidades ⁸⁰⁻⁸⁷ y para ambos casos, en nuestro trabajo, se usó una técnica con multi-inyección con depósito del anestésico en pequeñas cantidades alrededor de las estructuras neurales, frente a la técnica en la que con uno o dos pases de aguja se aloja todo el anestésico en esos 1-2 puntos.

En el caso del abordaje supraclavicular, una vez que se obtiene la imagen descrita anteriormente en la que la primera costilla separa al plexo de la pleura, encontramos el punto de mayor importancia en la

realización del bloqueo, el denominado “*corner pocket*” descrito por Soares⁸¹, que se localiza entre la primera costilla, arteria y plexo braquial, y es el punto determinante para la inyección del anestésico en el abordaje supraclavicular. Estos autores del grupo de Soares, describen que una inyección única de anestésico a este nivel (hasta 15 ml) produce bloqueo de todo el plexo braquial, y que si no se consigue el depósito en este punto el abordaje a este nivel puede resultar fallido. Sin embargo, otros autores han descrito fallos con el depósito del anestésico a un solo nivel (*corner pocket*) para bloqueo del supraclavicular⁸². Este fallo es atribuido a la falta de anestésico a la parte superior de las divisiones del plexo braquial. Se ha visto en disecciones sobre cadáveres en los que tras inyección única de contraste en un solo punto a nivel de las divisiones del plexo braquial, quedan divisiones nerviosas sin teñir ²⁷.

Por lo que se ha descrito el triple depósito del anestésico en el plexo supraclavicular ⁸³ dejando anestésico en el *corner pocket*, en la parte media del plexo y en la parte superior.

En nuestro trabajo, realizamos la triple inyección depositando 10 ml a nivel del *corner pocket* como punto fundamental en el éxito del bloqueo como describió Soares⁸¹, y los otros 14 ml restantes en la parte media y en la parte superior de las divisiones comprobando una correcta distribución del anestésico en los *claster* nerviosos como se describe por Techasuk y colaboradores⁸³ consiguiendo un tiempo de inicio menor que si hacemos una única inyección además de mayor probabilidad de éxito.

Otro dato a tener en cuenta durante la realización del bloqueo es que el anestésico se deposita atravesando la fascia que rodea el plexo, describiéndose como una inyección subfascial del plexo braquial, la inyección por fuera de la fascia que rodea al plexo se traduce en mayor tiempo de latencia y riesgo de bloqueo incompleto^{35,83}.

En cuanto al abordaje axilar, también se realiza una inyección multinivel buscando cada nervio alrededor de la arteria.

En este abordaje axilar, la inyección multinivel se basa en la distribución de los nervios alrededor de la arteria axilar. Están descritas más de 9 modelos de distribución sobre una muestra de 153 pacientes¹⁶, siendo el modelo más repetido solamente un 65% del total. Esta variabilidad es la que hace que algunos autores busquen cada nervio por separado^{85, 86}, con una inyección por nervio que varía desde 1 a 5 ml. Otros autores^{42, 87} realizan una inyección de anestésico perivascular independientemente de la conformación nerviosa que tengan los nervios alrededor de la arteria. Estos autores tienen el inconveniente de usar mayores volúmenes de anestésico (hasta 35 ml), aunque con unas tasas de éxito y latencia similares a la inyección multinivel.

Nuestro trabajo, usamos la técnica multiinyección, y al igual que en el caso del abordaje supraclavicular, el anestésico se deposita atravesando la fascia que rodea el plexo también a nivel axilar, que es prolongación de la que recubre el plexo a niveles más proximales.

Por lo tanto, desde el punto de vista técnico, ambos grupos son comparables con una técnica multiinyección subfascial

La multi-inyección, independientemente de la localización, tiene el inconveniente de que se tarda más en la realización del bloqueo

(aunque este tiempo disminuye con la curva de realización)⁸⁴ y de que cada pase de aguja puede provocar lesión traumática de alguna estructura neural ⁵⁷. La ventaja es un inicio de acción más rápido y menor tasa de fallos derivado de ese menor tiempo de latencia⁸³, ya que en muchas ocasiones un tiempo muy elevado de latencia hace que el cirujano no espere el tiempo suficiente antes del inicio de la cirugía³⁵. Además, la multi-inyección tiene la ventaja de poder depositar el anestésico local en pequeñas cantidades alrededor de estructuras neurales a diferencia de la técnica en la que hay menos pases de aguja y todo el anestésico se pone en un solo punto.

El depósito en pequeñas cantidades parece más seguro por varios motivos, por un lado si alojamos la punta de la aguja intraepineural de forma inadvertida la inyección de una pequeña cantidad de anestésico provocará menos aumento de presión que si ponemos gran cantidad de anestésico en esa localización intraepineural, siendo el aumento de presión un factor involucrado en la fisiopatología de la lesión neurológica. Por otro lado, la inyección de pequeñas cantidades de anestésico en varios puntos, también hace más segura la técnica desde el punto de vista de las complicaciones sistémicas, ya que si realizamos un punción vascular inadvertida (situación posible ya que los nervios en el plexo, sobre todo a nivel axilar, están rodeados de venas, y a nivel supraclavicular es frecuente la aparición de arterias que cruzan el plexo (de hecho en nuestra muestra en 6 casos no pudimos realizar la técnica) el paso de una pequeña cantidad de anestésico intravascular hace menos probable la toxicidad sistémica, frente al paso de grandes volúmenes de solución anestésica.

Es por esto, por lo que en nuestro centro se realizan las técnicas con multi-inyección y depósito de anestésico en pequeñas cantidades en varios puntos tanto a nivel axilar como a nivel supraclavicular.

Vista la diferente proporción de PONS entre ambos tipos de bloqueos (mayor en el grupo supraclavicular) y teniendo en cuenta que las causas quirúrgicas y derivadas del propio paciente son comparables en ambos grupos, podemos argumentar como explicación 2 hipótesis: diferente densidad de tejido neural e inyección intrafascial de anestésico local.

- Diferente densidad de tejido neural:

En cuanto a la arquitectura del plexo braquial, ya describimos que cuanto más proximal nos encontramos en cuanto al origen del plexo braquial, existe más proporción de tejido neural respecto a no neural, y que a medida que descendemos en el plexo nervioso desde su origen hay mayor cantidad de tejido conectivo que separa los fascículos nerviosos^{17, 30}.

De hecho, si hacemos una exploración ecográfica del plexo braquial desde su origen hasta su distribución en nervios periféricos encontramos que cuanto más proximal, mayor cantidad de tejido hipoecoico (neural), respecto a tejido no neural (hiperecoico), de tal forma que la clásica imagen ecográfica de nervio en forma de “panal de abeja”, tiene más cantidad de tejido no neural (hiperecoico) cuanto más distal nos encontremos.

En las siguientes imágenes se ve la diferencia entre un corte a nivel supraclavicular (proximal), respecto a uno axilar (distal).

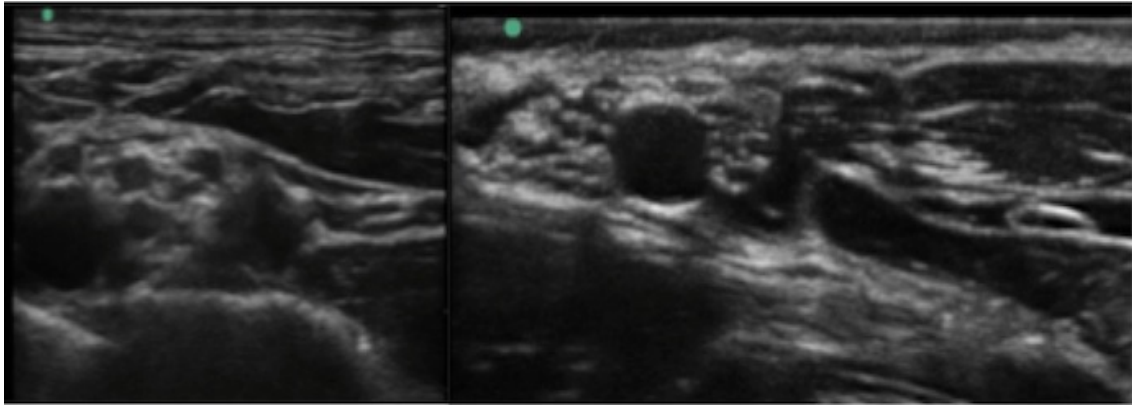


Figura 22. Distinta densidad de tejido neural: tejido no neural, visión ecográfica. Izquierda: Supraclavicular. Más proporción de tejido hipoeicoico, respecto a conectivo hipereicoico (panal de abeja). Derecha: Axilar. Más tejido conectivo hipereicoico, tejido neural hipoeicoico de menor tamaño (panal de abeja).

Esta mayor cantidad de tejido neural es la responsable de que cuanto más proximal sea el bloqueo menor sea el tiempo de latencia de éste, y a su vez tiene la desventaja de que el plexo nervioso se hace más vulnerable, ya que las punciones inadvertidas de la aguja en el plexo tienen mayor probabilidad de lesionar tejido neural.

Esta latencia corta se describe típicamente en el plexo supraclavicular de entre los que son adecuados para cirugía de mano³⁹ (supraclavicular, infraclavicular, axilar). Fue Moayeri, quien tras disecciones en cadáveres estableció el corte entre mayor y menor vulnerabilidad del plexo braquial por la densidad de tejido neural / tejido no neural a nivel supraclavicular, siendo el supraclavicular y el interescalénico vulnerables (tejido neural / tejido no neural 1:1) y el axilar y el infraclavicular menos vulnerables (tejido neural / tejido no neural 1:2)³⁰.

Esta misma hipótesis ha sido confirmada por otros autores^{58, 59, 61}, basándose en los datos de reportes de complicaciones neurológicas

postoperatorias, documentándose más PONS en el bloqueo interescalénico que entre los más distales (a pesar de que están basados en trabajos en donde no se hace una recogida sistemática de complicaciones en el postoperatorio).

La novedad de este trabajo de investigación respecto a esta vulnerabilidad de bloqueos proximales es que es el primer trabajo que describe de entre los bloqueos proximales el **supraclavicular** como mayor prevalencia de PONS respecto a uno distal (axilar) y que además, la recogida de PONS es la variable principal.

Una explicación posible para que el supraclavicular no se haya descrito anteriormente más que de forma teórica, es el riesgo de neumotórax que había durante la realización de este bloqueo hasta que se ha extendido el uso de técnica eco-guiadas¹². Era un bloqueo que se usaba menos entre los anestesiólogos, a pesar de que es una excelente opción para cualquier tipo de cirugía de miembro superior, incluido el hombro³⁸.

Hoy en día, el uso de la ecografía ha generalizado más su uso, pero aun así, tiene mayor dificultad técnica que el abordaje axilar. De hecho, en nuestra muestra, realizada en un centro de referencia en cuanto a la práctica y docencia de anestesia regional en España (Hospital FREMAP Majadahonda), tuvimos que cambiar el abordaje supraclavicular en 6 de los 80 casos (7,5%). En otras series, también entre anestesiólogos expertos en anestesia regional, la dificultad técnica por aparición de estructuras vasculares que cruzan el plexo braquial a ese nivel, y que obligan a cambiar de técnica es de hasta el 20%⁸⁴.

Además, en el sentido de la vulnerabilidad del abordaje proximal respecto a otros más distales, salvo el trabajo de Borgeat⁹³, en el que se busca la presencia de PONS con un diseño prospectivo (en este caso con abordaje interescalénico), en el resto, la detección de PONS no es la variable principal, o no son estudios prospectivos. Ello confiere de mayor valor a nuestro trabajo, por ser el primero que busca la detección de PONS de forma prospectiva como variable principal incluyendo el abordaje supraclavicular.

- Inyección Intrafascial de Anestésico local:

Anteriormente describimos cómo, gracias al uso de ecógrafos de alta resolución, se han descrito nuevos compartimentos en la estructura del nervio periférico. Así a nivel del nervio ciático se describe la fascia paraneural^{33,34} como una estructura alrededor del epineuro, y se apunta el espacio sub-paraneural como un posible punto óptimo de punción, balanceando un tiempo de latencia corto por su proximidad con el tejido neural, a la vez que parece un espacio seguro ya que queda por fuera del epineuro³².

Recientemente autores del grupo de Karmakar³⁵, han equiparado a nivel supraclavicular (divisiones del plexo braquial) esta fascia paraneural descrita en el ciático con la fascia del plexo braquial descrita por Franco²⁹, que lo envuelve desde su origen a nivel cervical y que describimos anteriormente, por lo que el punto óptimo de punción en el abordaje supraclavicular quedaría entre el epineuro y esa fascia. De hecho este autor, Sivashanmugam³⁵, realiza una comparativa con 35 pacientes a los que se les realiza un bloqueo del plexo braquial a

nivel supraclavicular comparando la colocación “extrafascial”, con la colocación “subfascial” de 25 ml de anestésico local.

Encontró de forma significativa mayores tiempos de latencia en la colocación extrafascial (tiempos que varían según el territorio explorado, en torno a 15 minutos), y la localización subfascial tiempos inferiores a 10 minutos, muy similares a los que obtuvimos de media en nuestro trabajo 8,42 minutos.

En su trabajo no describe la presencia de complicaciones neurológicas en ninguno de los grupos (no se encontraba entre las variables estudiadas).

Una de las hipótesis para el mayor número de síntomas neurológicos en el abordaje supraclavicular de nuestro trabajo, es que dentro de la técnica multi-inyección, parte del anestésico se deposita por dentro de esta fascia (inyección en la parte media-*intraclouster*) y esta inyección subfascial puede aumentar la presión dentro del compartimento epineural induciendo fenómenos isquémicos en los fascículos. Este aumento de presión estaría en relación con el volumen administrado subfascial, y la distensibilidad de esa fascia, situación no estudiada hasta el momento, por lo que sólo podemos ponerlo como posible hipótesis.

Esta hipótesis es la que explicación posible a la mayor proporción de número de pacientes mujeres con PONS (22,7%) que hombres (8,67%), con una diferencia estadísticamente significativa.

Al tener las mujeres un compartimento de menor tamaño que los hombres, e inyectar en todos los casos el mismo volumen de anestésico, es posible que se genere mayor presión con los

consiguientes fenómenos isquémicos secundarios. En otros trabajos el sexo no se ha considerado como factor de riesgo para mayor número de complicaciones neurológicas⁵⁷, ya que se distribuyen de igual manera entre ambos sexos según las series⁶⁵ sin encontrarse diferencias significativas, en nuestro trabajo hubo 10 casos de PONS entre mujeres, y 9 en hombres, pero la proporción fue mucho mayor entre mujeres que entre hombres, por lo que la diferencia si que resultó significativa.

En cuanto a los factores predisponentes propios del paciente que se han relacionado con complicaciones neurológicas en el postoperatorio⁵⁷ (diabetes, fumador, vasculopatía) no encontramos asociación en nuestra muestra entre la presencia de esos factores de riesgo, con mayor número de síntomas neurológicos.

Cabe destacar que la media de edad de nuestros pacientes es de 43 años, ya que se trata de una muestra obtenida de pacientes de una Mutua de accidentes de trabajo. Y, por tanto, el hecho de ser diabético o fumador en nuestra muestra no es lo mismo que ser diabético o fumador en una muestra con mayor edad, ya que el tabaquismo y la diabetes producen deterioro acumulativo a nivel vascular y microvascular, esta puede ser la razón por la que en nuestra muestra, el tabaquismo y la diabetes no se relacionen con más complicaciones neurológicas. En esta misma línea, sólo 2 pacientes de nuestra muestra tenían enfermedad vascular periférica, factor de riesgo documentado para complicaciones neurológicas⁵⁷, por lo que la asociación de padecer enfermedad vascular y síntomas neurológicos en el postoperatorio es claramente no significativa en nuestra muestra.

Sin embargo, no había diferencias en la distribución de los pacientes diabéticos y fumadores entre los pacientes a los que se les hizo una técnica axilar o supraclavicular, con lo que no actuaron como factor de confusión en la aparición de síntomas neurológicos postoperatorios (tabla 2).

Evaluando el hecho de que la parestesia durante la punción o el dolor durante la inyección se pudiera relacionar con mayor aparición de complicaciones neurológicas postoperatorias, nuestra muestra arroja unas conclusiones similares a otros trabajos en los que no hay asociación con su aparición durante la realización del bloqueo y mayor PONS^{49, 57}. Ya describimos los trabajos de Bigueleisen⁴⁹, en el que demostraba cómo a pesar de que exista proximidad ecográfica del nervio y la aguja de realización del bloqueo, esto no se traduce en presencia de parestesia o respuesta motora del estimulador a intensidades mayores de 0,8 mA. Esta misma conclusión apuntaron otros autores^{50, 51} descartando el uso de la parestesia durante la realización del bloqueo o la respuesta motora del estimulador como método para detectar proximidad de nervio y aguja en la realización de bloqueos nerviosos periféricos.

En nuestro estudio, se mantienen las conclusiones de otros autores en los que la presencia de parestesia o dolor en la inyección no se tradujeron en aumento de síntomas neurológicos en el postoperatorio. Además, no hubo diferencias significativas en mayor número de veces en los que se produce dolor o parestesia en la inyección con la realización de un abordaje axilar o supraclavicular, a pesar de que el

depósito de anestésico intraclouster es intraneural según algunos autores³⁵.

Por último, ya describimos anteriormente cada uno de los abordajes del plexo braquial, y apuntamos cómo en los últimos años había un crecimiento en el número de veces en los que los anestesiólogos usábamos el abordaje supraclavicular, ya que es adecuado para cualquier tipo de cirugía de miembro superior, incluido el hombro, y que la guía de los ultrasonidos ha sido determinante en este punto ya que minimiza el riesgo de neumotórax al visualizar la pleura durante la punción¹².

Cada abordaje plantea unas ventajas o inconvenientes, y es por eso que no hay, en cirugía de codo y mano, un abordaje superior al resto de los indicados para este tipo de cirugía^{46, 57}.

Clásicamente se describía el abordaje supraclavicular como un tiempo de latencia menor respecto al resto³⁹, sin embargo en nuestra muestra el tiempo de latencia del supraclavicular y el axilar no tienen diferencias significativas, siendo en el axilar de 8,05 (+/- 3,43) minutos y en el supraclavicular de 8,83 (+/- 2,97) minutos. Además estos tiempo de latencia son concordantes con otros trabajos actuales en los que se realiza abordaje supraclavicular con técnica multiinyección⁸³. Esta discrepancia con trabajos clásicos se relaciona probablemente con el uso de los ultrasonidos, ya que con la técnica multi-inyección a nivel axilar conseguimos depositar el anestésico justo alrededor del epineuro de cada uno de los nervios, disminuyendo la latencia con respecto a las inyecciones perivasculares. Además los tiempos de latencia no son excesivamente cortos, como el trabajo de O'Donnell⁸⁶, que conseguía

unos tiempos de latencia muy cortos (menores a 5 minutos) con una técnica multi-inyección pero solamente usando 1 ml por nervio, por lo que muy probablemente estaba realizando inyecciones dentro del epineuro.

La última de las variables que se pretendió analizar es la asociación de cada abordaje a un determinado control del dolor en el postoperatorio (medido mediante la EVA), no apareciendo diferencias en el postoperatorio inmediato, ni en la visita a las 6 semanas. Igualmente no se correlacionó la intensidad del dolor en el postoperatorio inmediato, con ésta a las 6 semanas. De ello se deduce que el control del dolor postoperatorio no ha de ser determinante para elegir uno u otro tipo de abordaje.

Limitaciones del estudio

A pesar de las interesantes conclusiones del estudio existen limitaciones a los resultados obtenidos que debemos tener en cuenta.

En las complicaciones neurológicas, se apuntan tres tipos de causas: factores anestésicos, factores propios del paciente y factores propios de la cirugía.

Ya describimos cómo la población de nuestro estudio, es una población joven, y que no es extrapolable a la población general, ya que los factores de riesgo propios del paciente (diabetes, tabaquismo, vasculopatía) no resultan en mayor aparición de PONS como en otros estudios. Esto puede ser una limitación, ya que puede ser que algunas de las hipótesis que apuntamos como causantes del mayor número de complicaciones neurológicas en el grupo del abordaje supraclavicular,

como es la mayor presión intra-epineural por depósito subfascial del anestésico no tengan el mismo papel en un enfermo de mayor edad (tejidos más distensibles, menor presión intracompartimento) o con una microvascularización más alterada por la diabetes evolucionada en el caso de traumatismo en el tejido conectivo epineural. Por lo que debemos tomar las conclusiones con cautela.

En este mismo sentido, nuestra muestra no se traduce en que los factores de riesgo propios del paciente se asocien a mayor número de complicaciones, la baja edad media de la población muestral es posible que haga que la diabetes, tabaquismo y la enfermedad vascular periférica no provoque las mismas consecuencias a nivel microvascular que otras muestras con edad media mayor.

Otra limitación al estudio viene derivada de la propia cirugía como grupo etiológico de complicaciones neurológicas. En este apartado la limitación viene de que a pesar de que la muestra obtenida es en sólo tres tipos de cirugías (osteosíntesis, artroscopia con reparación de estructuras articulares, reparación de lesiones musculares) y en un hospital monográfico de traumatología, cada cirugía ha sido realizada por distintos cirujanos, y con técnicas distintas. El menor número de factores de confusión se habría obtenido con un solo tipo de cirugía y realizada siempre por el mismo cirujano.

Por último, en nuestra muestra obtuvimos diferencias significativas entre sexos en cuanto a la aparición de PONS, en futuros estudios deberemos tener en cuenta una aleatorización con similar proporción de sexo femenino-masculino entre grupos para evitar estos posibles

sesgos de información, y que las diferencias en los resultados se deban solamente a factores relacionados con la técnica anestésica.

5. CONCLUSIONES

1. El abordaje supraclavicular se asocia con mayor número de complicaciones neurológicas del tipo PONS. Es posible que la multi-inyección o la inyección subfascial y el nivel supraclavicular estén involucrados en su fisiopatología, sin poder determinar cuál de ellos juega un papel determinante. Serían necesarios más estudios cambiando el punto de inyección o el número de inyecciones a fin de determinar el papel de cada una de ellas.
2. No existen diferencias entre ambos abordajes en cuanto al control del dolor en el postoperatorio, o el tiempo de latencia en el inicio del bloqueo.
3. Los factores de riesgo propios del paciente (tabaquismo, diabetes o enfermedad vascular periférica) no se asocian a mayor número de complicaciones neurológicas, al igual que la parestesia durante la realización del bloqueo.

6. RESUMEN

Introducción:

La anestesia regional tiene ventajas respecto a la anestesia general como son: mejor control del dolor en el postoperatorio, menor incidencia de náuseas y vómitos, menor incidencia de trombosis venosa profunda y tromboembolia pulmonar y disminución del estrés perioperatorio con menores complicaciones postoperatorias. Todo ello la convierte en la técnica anestésica de elección en muchos tipos de cirugía sobre todo cirugía traumatológica.

Sin embargo, las técnicas regionales también pueden producir complicaciones como son la toxicidad por anestésicos locales, complicaciones hemorrágicas, infecciosas y neurológicas. En este último grupo de complicaciones hay algunas más graves y permanentes que son extraordinariamente raras (2-4 casos/10000 bloqueos) asociadas generalmente a bloqueos neuroaxiales y otras más leves y transitorias, asociadas a bloqueos periféricos denominadas PONS (síntomas neurológicos postoperatorios transitorios). En general este tipo de complicaciones están infra-diagnosticados porque no se hace una búsqueda sistemática de los mismos.

En la fisiopatología de estas lesiones neurológicas postoperatorias se han involucrado varios aspectos:

- Relacionados con el paciente como la enfermedad vascular periférica, diabetes y tabaquismo, que hacen aumentar la aparición de lesiones neurológicas de forma independiente.

- Relacionados con la cirugía por traumatismo directo del nervio o compresión secundaria a los hematomas relacionados con la misma.
- Relacionados a la realización del bloqueo como son la aguja, el método de localización, el tipo de anestésico y su concentración pueden producir alteración en los fascículos nerviosos con fenómenos isquémicos en los mismos lo que ocasiona los síntomas neurológicos. En los últimos años se ha incidido en el tipo de abordaje con la aparición de esos síntomas neurológicos postoperatorios.

El objetivo del estudio es comparar dos tipos de abordajes del plexo braquial, cada uno de ellos con unas características estructurales distintas (abordaje supraclavicular, con más densidad de tejido neural y axilar, más distal con menos densidad de tejido neural) y analizar las complicaciones neurológicas que aparecen entre ambos grupos. Además de forma secundaria se analizan otras diferencias entre los bloqueos como son el control del dolor en el postoperatorio y el tiempo de latencia entre uno y otro.

Material y métodos:

Estudio prospectivo, aleatorizado simple ciego en el que se incluyeron 160 pacientes consecutivos para cirugía de miembro superior y se distribuyeron en 2 grupos: axilar y supraclavicular.

A todos ellos se les realizó el bloqueo con 24 ml de la misma mezcla de anestésico local, de forma ecoguiada siguiendo la técnica de multiinyección; en el abordaje supraclavicular con triple depósito de anestésico a tres niveles de forma subfascial y en el caso del abordaje

axilar depositando la mezcla alrededor de los 4 nervios del plexo braquial.

A los pacientes se les realizó la escala de detección de síntomas neurológicos DN4 a las 6 semanas de la cirugía y se les pasó la escala visual analógica para la detección de dolor en el postoperatorio inmediato y a las 6 semanas.

Resultados:

La prevalencia de síntomas neurológicos en el grupo supraclavicular fue del 19,4% y en el grupo axilar fue del 6,2% de forma estadísticamente significativa ($p= 0,01$). No hubo diferencias en cuanto a la latencia: 8,83 minutos en el grupo supraclavicular y 8,05 minutos en el axilar. No hubo diferencias en cuanto al dolor en el postoperatorio inmediato, media de EVA 3,59 en axilar y 3,26 en el supraclavicular

Discusión:

La realización del bloqueo supraclavicular se asocia con mayor aparición de síntomas neurológicos en el postoperatorio respecto a un abordaje axilar, sin diferencias en el control del dolor y el tiempo de latencia entre ambos.

7. INDICE FIGURAS, TABLAS y GRÁFICOS

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Morton aplica la primera anestesia (16 de octubre de 1846)

Figura 2. Corte del cuello a nivel C7.

Figura 3. Plexo braquial: raíces, troncos, divisiones, cordones y ramas terminales.

Figura 4. Inervación sensitiva de la extremidad superior

Figura 5. Vértebra cervical.

Figura 6. Plexo braquial a nivel supraclavicular alrededor de la arteria subclavia (SA) y sobre la primera costilla (*1st rib*).

Figura 7. Estructura de nervio periférico.

Figura 8 . Fascia de recubrimiento del plexo braquial a nivel supraclavicular (sheat).

Figura 9. Imagen ecográfica a nivel del nervio ciático, con el componente tibial y peroneo.

Figura 10. Nervio periférico y tejidos circundantes.

Figura 11. Abordaje Interescalénico.

Figura 12. Imagen ecográfica a nivel supraclavicular.

Figura 13. Colocación sonda ecográfica en plano parasagital para abordaje infraclavicular del plexo braquial

Figura 14. Proximidad de nervio circunflejo al portal anterior artroscopia hombro.

Figura 15. Portales en artroscopia de cadera, posible lesión de nervios femoral o femorocutáneo.

Figura 16. Colocación de paciente para la realización de plexo supraclavicular. Sonda ecografía en plano coronal oblicuo.

Figura 17. Abordaje supraclavicular.

Figura 18. Aguja entrando desde lateral a medial, punta alojada en el *corner pocket* (plexo supraclavicular).

Figura 19. Colocación del paciente para realización del bloqueo axilar.

Figura 20. Visión ecográfica de plexo braquial a nivel axilar.

Figura 21. Distinta densidad de tejido neural : tejido no neural, visión ecográfica.

INDICE GRAFICOS:

Gráfico 1. Frecuencia de los factores de riesgo en el total de los datos.

Gráfico 2. Frecuencia de los factores de riesgo en los dos grupos de estudio.

Gráfico 3. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía.

Gráfico 4. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo axilar.

Gráfico 5. Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo supraclavicular.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Complicaciones en función del tipo de técnica neuroaxial.

Tabla 2. Frecuencia de los diferentes factores de riesgo en los pacientes del estudio.

Tabla 3. Frecuencia de las lesiones que propiciaron cirugía de miembro superior

- Tabla 4.** Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo axilar.
- Tabla 5.** Frecuencia de las lesiones que propiciaron la cirugía en el grupo de bloqueo supraclavicular.
- Tabla 6.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 entre los dos grupos de estudio a las 6 semanas postoperatorio.
- Tabla 7.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes diabéticos a las 6 semanas postoperatorio.
- Tabla 8.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes fumadores a las 6 semanas postoperatorio.
- Tabla 9.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 en pacientes fumadores a las 6 semanas postoperatorio.
- Tabla 10.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 a las 6 semanas postoperatorio por sexos.
- Tabla 11.** Análisis de tabla de contingencia del test DN4 a las 6 semanas postoperatorio con el dolor/parestesia con inyección.
- Tabla 12.** Análisis de tabla de contingencia entre el dolor/parestesia con inyección y los grupos de estudio.
- Tabla 13.** Comparativa del dolor en el postoperatorio y a las 6 semanas entre los grupos del estudio.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Collins VJ: Historia de la anestesiología, Anestesiología, 3a. ed., México, Ed. Interamericana S.A., pp 3-28. 1996
2. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK. Clinical Anesthesia. Philadelphia, JB. Lippincott Co., pp. 3-34. 1992
3. Cortés Liaño J. Historia de la Anestesia en España. Madrid. Arán Ediciones 2005.
4. Heitmiller ES, Schwengel DA. Manuel John Hopkins de Anestesiología. 1º ed. Barcelona: Elsevier, 2011.
5. Sabaté S, Gomar C, Canet J et al. Encuesta sobre las técnicas Anestésicas usadas en Cataluña: Resultado del análisis de 26.136 anestesiaciones (estudio ANESCAT 2003). Rev Esp Anestesiol Reanim. 2008; 55:151-9.
6. Cohen MM, Duncan PG, Tate RB. Does anesthesia contribute to operative mortality? JAMA 1988; 260 (19):2859-63.
7. Rodgers A, Walker N, Schug S et al. Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. BMJ 2000; 321 (7275):1493
8. Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice. 39th ed. Standring S. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone; 2005.
9. Monzó E, Baeza C, Sánchez ML et al. Continuous parascapular block for shoulder surgery. Rev Esp Anestesiol Reanim. 1998 Nov; 45(9): 377-83.
10. Kerr AT. The brachial plexus of nerves in man, the variations in its formation and branches. Am J Anat. 1918; 23: 285-395.

- 11.Kessler J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. An ultrasound study of the phrenic nerve in the posterior cervical triangle: implications for the interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2008; 33: 545-50.
- 12.Neal JM, Gerancher JC et al. Upper extremity regional anesthesia. Essential of our current understanding. *Reg Anesth and Pain Med.* 2009; 34(2):134-70.
- 13.Torres Moreta MD, Rosado R, Gilsanz F. Hematoma en el compartimento braquial fascial tras anestesia del plexo braquial con neuroestimulación a nivel axilar. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2008; 55: 52-3 .
- 14.Rathmell JP, Benzon HT, Dreyfuss P et al. Safeguards to Prevent Neurologic Complications after Epidural Steroid Injections. Consensus Opinions from a Multidisciplinary Working Group and National Organizations. *Anesthesiology* 2015; 22: 974-84.
- 15.Sauter AR, Smith H-J, Stubhaug A et al. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesth Analg.* 2006; 103:1574-6.
- 16.Christophe JL, Berthier F, Boillot A et al. Assessment of topographic brachial plexus nerves variations at the axilla using ultrasonography. *Br J Anaesth.* 2009 Oct; 103(4): 606-12.
- 17.Sunderland S. The connective tissues of peripheral nerves. *Brain* 1965; 88: 841-54.
- 18.Sunderland S. Nerves and Nerve Injuries. Baltimore: Williams & Wilkins; 1968: 25-38.

- 19.Marshall D, Grosser M, Stephanides M et al. Sutureless nerve repair at the fascicular level using a nerve coupler. *J Rehabil Res* 1989; 26: 63-76.
- 20.Sadler TW. *Langman's Medical Embriology*. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985:150-165.
- 21.Larsen W. *Human Embryology*. New York: Churchill Livingstone; 1993: 281-91.
- 22.Vrbova G, Gordon T, Jones R. *Nerve-Muscle Interaction*. London: Chapman and Hall; 1978:1-52.
- 23.Lundborg G. *The Dynamic Nerve Cell, Nerve Injury and Repair: Regeneration, Reconstruction and Cortical Remodeling*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Living- stone; 2004:4-26.
- 24.Martini F, Timmons M, Tallitsch R: *Human Anatomy*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2003: 66.
- 25.Burnham P. Regional block of the great nerves of the upper arm. *Anesthesiology* 1958; 19: 281-4.
- 26.Burnham P. Simple regional nerve block for surgery for the hand and forearm. *JAMA* 1959; 169: 941-3.
- 27.Thompson G, Rorie D. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983; 59:117-22.
- 28.Shaw Wilgis E, Murphy R. The significance of longi- tudinal excursion in peripheral nerves. *Hand Clin* 1986; 2: 761-6.
- 29.Franco CD, Rahman A, Voronov G. Gross Anatomy of the Brachial Plexus Sheath in Human Cadavers. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 64–9.
- 30.Moayeri N, Bigeleisen PE, Groe GJ. Quantitative architecture of

- the brachial plexus and surrounding compartments, and their possible significance for plexus blocks. *Anesthesiology*. 2008; 108: 299-304.
- 31.Winnie AP, Tay C-H, Patel KP et al. Pharmacokinetics of local anesthetics during plexus blocks. *Anesth Analg*. 1977; 56: 852-61.
 - 32.Boezart AP. The Sweet Spot of the Nerve: Is the “Paraneural Sheath” Named Correctly, and Does It Matter? *Reg Anesth Pain Med* 2014; 39 (6): 557-8.
 - 33.Anderson HL, Anderson SL, Trantum-Jensen J. Injection inside the paraneural sheath of the sciatic nerve: direct comparison among ultrasound imaging, macroscopic anatomy and histological analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2012; 37: 410-4.
 - 34.Karmakar MK, Shariat AN, Pangthipampai P et al. High-definition ultrasound imaging defines the paraneural sheath and the fascial compartments surrounding the sciatic nerve at the popliteal fossa. *Reg Anesth Pain Med*. 2013; 38: 447-51.
 - 35.Sivashanmugam T, Ray S, Ravishankar M et al. Randomized Comparison of Extrafascial Versus Subfascial Injection of Local Anesthetic During Ultrasound-Guided Supraclavicular Brachial Plexus Block . *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40: 337-43.
 - 36.Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z. Interscalene cervical plexus block: a single injection technic. *Anesth Analg*. 1975; 54: 370-5.
 - 37.Bollini CA, Urmey WF, Vascello L et al. Relationship between evoked motor response and sensory paresthesia in interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2003; 28: 384-8.
 - 38.Siegenthaler A, Moriggl B, Mlekusch S et al. Ultrasound-Guided

- Suprascapular Nerve Block, Description of a Novel Supraclavicular Approach . *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 325-8.
- 39.Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular nerve block: anatomic analysis of a method to prevent pneumothorax. *Anesth Analg*. 1993; 76: 530-4.
- 40.Duggan E, El Beheiry H, Perlas A et al. Minimum effective volume of local anesthetic for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2009; 34(3): 215-8.
- 41.Koscielniak-Nielsen ZJ, Rotboll Nielsen P, Risby Mortensen C. A comparison of coracoid and axillary approaches to the brachial plexus. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2000; 44: 274-9.
- 42.Tran DQ, Dugani S, Dyachenko A et al. Minimum effective volume of lidocaine for ultrasound-guided infraclavicular block. *Reg Anesth Pain Med*. 2011; 36:190-4.
- 43.Li JW, Songthamwat B, Samy W et al. Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block Sonoanatomy, Technique, and Block Dynamics . *Reg Anesth Pain Med* 2017; 42: 233-40.
- 44.Koscielniak-Nielsen ZJ. Multiple injections in axillary block: where and how many? [editorial]. *Reg Anesth Pain Med*. 2006; 31: 192-5.
- 45.Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B et al. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology*. 2004; 101: 127-32.

- 46.Arcand G, Williams SR, Chouinard P et al. Ultrasound-guided infraclavicular block versus supraclavicular block. *Anesth Analg.* 2005; 101: 886-90.
- 47.Wiegel M, Moriggi B, Schwarzkopf P et al. Anterior supraescapular nerve block versus interescalene braquial plexus block for shoulder surgery in the outpatient setting: A randomized controlled patient and assessor blinded trial. *Reg Anesth Pain Med* 2017; 42 (3): 310-318.
- 48.Choyce A, Chan VWS, Middleton WJ et al. What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med.* 2001; 26: 100-4.
- 49.Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology.* 2006; 105: 779-83.
- 50.Bloc S, Garnier T, Komly B et al. Spread of injectate associated with radial or mediannerve-type motor response during infraclavicular brachial-plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2007; 32: 130-5.
- 51.Perlas A, Niazi A, McCartney C et al. The sensitivity of motor responses to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg AnesthPain Med.* 2006; 31: 445-50.
- 52.Schroeder LE, Horlocker TT, Schroeder DR. The efficacy of axillary block for surgical procedures about the elbow. *Anesth Analg.* 1996; 83: 747-51.
- 53.Rawal N, Allvin R, Axelsson K et al. Patient-controlled regional

- analgesia (PCRA) at home: controlled comparison between bupivacaine and ropivacaine brachial plexus analgesia. *Anesthesiology*. 2002; 96: 1290-6.
- 54.Martin R, Dumais R, Cinq-Mars S et al. Bloc axillaire par blocage simultane de plusieurs neris II. Evaluation du melange lidocaine-bupivacaine. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1993; 12: 233-6.
- 55.Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ et al. The use of selective axillary nerve block for outpatient handsurgery. *Anesth Analg*. 1998; 86: 746-8.
- 56.ASA Standards, Guidelines, Statements and Practice Parameters. Available at: <http://www.asahq.org/resources/clinical-information>. Accessed January 21, 2015.
- 57.Neal JM, Barrington M, Brull R et al. The Second ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40: 401-30.
- 58.Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR et al. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. *Reg Anesth Pain Med*. 2009; 34: 534-41.
- 59.Auroy Y, Benhamou D, Bargues L et al. Major complications of regional anesthesia in France. The SOS regional anesthesia hotline service. *Anesthesiology*. 2002; 97:1274-80.
- 60.Moen V, Dahlgren N, Irestedt L. Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990–1999.

- Anesthesiology. 2004; 101: 950–9.
- 61.Brull R, McCartney CJ, Chan VW et al. Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg.* 2007; 104: 965-74.
- 62.Jacob AK, Mantilla CB, Sviggum HP et al. Perioperative nerve injury after total hip arthroplasty: regional anesthesia risk during a 20-year cohort study. *Anesthesiology.* 2011; 115: 1172-8.
- 63.Jacob AK, Mantilla CB, Sviggum HP et al. Perioperative nerve injury after total knee arthroplasty: regional anesthesia risk during a 20-year cohort study. *Anesthesiology.* 2011; 114: 311-7.
- 64.Sviggum HP, Jacob AK, Mantilla CB et al. Perioperative nerve injury after total shoulder arthroplasty: assessment of risk after regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2012; 37: 490-4.
- 65.Welch MB, Brummett CM, Welch TD et al. Perioperative peripheral nerve injuries. A retrospective study of 380,680 cases during a 10-year period at a single institution. *Anesthesiology.* 2009; 111: 490-7.
- 66.Dwyer T, Henry PDG, Cholvisudhi P et al. Neurological complications related to elective orthopedic surgery: part 1: common shoulder and elbow procedures. *Reg Anesth Pain Med.* 2015; 40: 431-42.
- 67.Dwyer T, Drexler M, Chan VWS et al. Neurological complications related to elective orthopedic surgery: part 2: common hip and knee procedures. *Reg Anesth Pain Med.* 2015; 40: 443-54.
- 68.Goulding K, Beaulé PE, Kim PR et al. Incidence of lateral femoral cutaneous nerve neuropraxia after anterior approach hip

- arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2010; 468: 2397-404.
- 69.The Oxford 2011 Levels of Evidence. Available at: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>. Accessed March 2, 2015.
- 70.Eagle KA, Berger PB, Calkins H et al. ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). J Am Coll Cardiol. 2002; 39: 542-53.
- 71.Liu SS, YaDeau JT, Shaw PM et al. Incidence of unintentional intraneural injection and postoperative neurological complications with ultrasound-guided interscalene and supraclavicular nerve blocks. Anaesthesia. 2011; 66: 168-74.
- 72.Whitlock EL, Brenner MJ, Fox IK et al. Ropivacaine-induced peripheral nerve injection injury in the rodent model. Anesth Analg. 2010; 111: 214-20.
- 73.Farber SJ, Saheb-Al-Zamani M, Zieske L et al. Peripheral nerve injury after local anesthetic injection. Anesth Analg. 2013; 117: 731-9.
- 74.Liguori GA, Zayas VM, YaDeau JT et al. Nerve localization techniques for interscalene brachial plexus blockade: a prospective, randomized comparison of mechanical paresthesia versus electrical stimulation. Anesth Analg. 2006; 103: 761-7.
- 75.Wiesmann T, Bornträger A, Vassiliou T et al. Minimal current

- intensity to elicit an evoked motor response cannot discern between needle-nerve contact and intraneural needle insertion. *Anesth Analg*. 2014; 118: 681-6.
- 76.Claudio R, Hadzic A, Shih H et al. Injection pressures by anesthesiologists during simulated peripheral nerve block. *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29: 201-5.
- 77.Spence BC, Beach ML, Gallagher JD et al. Ultrasound-guided interscalene blocks: understanding where to inject the local anesthetic. *Anaesthesia*. 2011; 66: 509-14.
- 78.Cheney FW, Posner K, Caplan RA et al. Standard of care and anesthesia liability. *JAMA* 1989; 261: 1599-603.
- 79.Ramsay M, Savage T, Simpson BR, Goodwin R: Controlled sedation with alphaxolone and alphadolone. *BMJ* 1974; 2(920): 656-9.
- 80.Ootaki C, Hayashi H, Amano M. Ultrasound guided infraclavicular brachial plexus block: an alternative technique to anatomical landmark-guided approaches. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2000; 25: 600-4.
- 81.Soares LG, Brull R, Lai J et al. Eight ball, corner pocket: the optimal needle position for ultrasound-guided supraclavicular block. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Jan-Feb; 32(1): 94-5.
- 82.Fredrickson MJ, Patel A, Young S et al. Speed of onset of 'corner pocket supraclavicular' and infraclavicular ultrasound guided brachial plexus block: a randomised observer-blinded comparison. *Anaesthesia*. 2009 Jul; 64(7): 738-44.

83. Arab SA, Alharbi MK, Nada EM et al. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block: single versus triple injection technique for upper limb arteriovenous access surgery. *Anesth Analg*. 2014 May; 118(5): 1120-5.
84. Techasuk W, González AP, Bernucci F et al. A randomized comparison between double-injection and targeted intracluster-injection ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2014 Jun; 118(6): 1363-9.
85. Harper GK, Stafford MA, Hill DA. Minimum volume of local anaesthetic required to surround each of the constituent nerves of the axillary brachial plexus, using ultrasound guidance: a pilot study. *Br J Anaesth*. 2010 May; 104(5): 633-6
86. O'Donnell BD, Iohom G. An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesthesiology*. 2009 Jul; 111(1): 25-9.
87. Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ et al. A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2012 Sep-Oct; 37(5): 473-7.
88. Davis JJ, Swenson JD, Greis PE et al. Interscalene block for postoperative analgesia using only ultrasound guidance: the outcome in 200 patients. *J Clin Anesth*. 2009; 21: 272-7.
89. Perlas A, Lobo G, Lo N et al. Ultrasound-guided supraclavicular block. Outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med*. 2009; 34: 171-6.
90. Liu SS, Zayas VM, Gordon MA et al. A prospective, randomized,

- controlled trial comparing ultrasound versus nerve stimulator guidance for interscalene block for ambulatory shoulder surgery for postoperative neurological symptoms. *Anesth Analg*. 2009; 109: 265-71.
- 91.Gomar Sancho F, Silvestre A. Síndromes canaliculares de los miembros. Manual SECOT de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Madrid: Editorial Médica Pan-Americana 2003.
- 92.Henry M, Stutz C. A prospective plan to minimise median nerve related complications associated with operatively treated distal radius fractures. *Hand Surgery* 2007; 12 (3): 199-204.
- 93.Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F et al. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery. A prospective study. *Anesth Analg*. 2001; 95: 875-80.

ANEXO 1

NIVELES DE EVIDENCIA PARA EL TRATAMIENTO: ¿ES UNA INTERVENCIÓN BENEFICIOSA? ⁶⁸

- NIVEL 1 Basado en revisión sistemática o en estudios aleatorizados
- NIVEL 2 Basado en un estudio aleatorizado o en un estudio observacional con efecto dramático.
- NIVEL 3 Basado en estudios no aleatorizados tipo cohortes
- NIVEL 4 Basado en estudios tipo series de casos o con controles históricos
- NIVEL 5 Basado en mecanismos básicos de razonamiento

GRADO DE RECOMENDACIÓN ⁶⁹

CLASE A Los estudios en humanos o animales así como la opinión de expertos recomiendan su utilización

CLASE B Los estudios son contradictorios, pero la opinión de expertos recomienda su utilización.

CLASE C Los estudios contradictorios y la disparidad en el criterio de los expertos hace que la utilidad de la recomendación sea limitada.



Certificado


Título: Influencia de la vía de abordaje del plexo braquial en la aparición de síntomas neurológicos postoperatorios

Investigador: Rogelio Rosado Caracena

D. Fernando García de Lucas con DNI 2200631 Z como Director Médico Nacional de FREMAP Mutua Colaboradora de la Seguridad Social Nº 61 con domicilio en Ctra. Pozuelo, 61 y con CIF G28207017 certifica que tras la evaluación realizada de la propuesta del investigador relativa al estudio especificado, considera que el estudio mantuvo la confidencialidad de los datos y garantizó las normas éticas aplicables a tal proyecto.

Y para que así conste emito el presente certificado.

En Majadahonda a, 23 de marzo de 2017

Un cordial saludo 



Fdo. : DR. Fernando García de Lucas
Director Médico Nacional de FREMAP

ANEXO 3: CONSENTIMIENTO INFORMADO



Hospital FREMAP - Majadahonda
Carretera de Pozuelo, 61. 28220
Majadahonda (Madrid)
Tfno. 916 265 500

ANESTESIA DEL PLEXO BRAQUIAL:

Usted va a ser sometido a una intervención quirúrgica en su extremidad superior, es necesario que se le administre anestesia para que pueda llevarse a cabo dicha intervención. Entre las distintas opciones, se puede bloquear el plexo braquial (origen de todos los nervios de la extremidad superior) con un anestésico local. Este plexo se puede bloquear a varios niveles, a usted se le va a bloquear a nivel supraclavicular (por encima de la clavícula, con los nervios agrupados) o axilar (cuando los nervios, ya divididos a su paso por el hueco axilar) según corresponda como parte de un proyecto de investigación, asimismo, posteriormente, va a recibir un cuestionario para evaluar los resultados de su intervención y de los efectos de la anestesia administrada (cuestionario de detección de síntomas neuropáticos DN4) que nos permitirá valorar el resultado de ambos tipos de anestesia.

La administración de anestesia del plexo braquial a nivel supraclavicular o axilar, no supone ningún cambio en la práctica habitual, ni conlleva ningún riesgo añadido a su intervención.

RIESGOS TÍPICOS DE LA ANESTESIA PLEXO BRAQUIAL:

En casos excepcionales, como consecuencia de la dificultad que plantea el acceso a un punto anatómico concreto, la anestesia administrada pasa rápidamente a la sangre o a las estructuras nerviosas, produciendo los efectos de una anestesia general que se pueden acompañar de complicaciones graves (bajada de la tensión, convulsiones, etc.), lo que requiere un tratamiento específico y seguir la intervención con anestesia general.

Tras la administración de la anestesia loco-regional pueden surgir molestias en el lugar de punción que desaparecen en los días

posteriores. También es posible que queden molestias en la zona, con sensación de acorchamiento u hormigueo, generalmente pasajeros. Es importante que comunique al anestesiólogo la medicación que toma habitualmente, pues puede relacionarse con la aparición de complicaciones muy raras pero muy graves como un hematoma.

En caso de que la anestesia loco-regional no sea posible o no se consiga por razones técnicas, puede ser necesario realizar una anestesia general.

RIESGOS PERSONALIZADOS

.....

Doy mi consentimiento para que se puedan realizar fotografías y/o grabar la intervención quirúrgica para su utilización con fines didácticos, científicos o docentes. Nunca se identificará el nombre del paciente o sus familiares en las grabaciones.

Consentimiento

He sido informado de forma satisfactoria por un médico especialista en anestesiología y reanimación adscrito a la unidad de *anestesia* del hospital FREMAP de los siguientes puntos: qué es, cómo se realiza, para qué sirve, los riesgos existentes, posibles molestias o complicaciones y alternativas al procedimiento.

En Majadahonda-MADRID, a _____ de _____ de _____

Nombre y firma del paciente o
DNI _____

Nombre y firma de médico
Anestesiólogo
DNI _____

Revocación

Conforme a los derechos establecidos en la ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

Paciente

D/D^a

.....
....., con DNI: y domicilio en
..... de, CP:
....., mayor de edad y en plenas facultades. O en su lugar
los representantes legales del paciente, D
..... con DNI:
..... Revoca la autorización al Servicio de
Anestesiología y Reanimación del Centro de Rehabilitación y Prevención
FREMAP, para la administración del método anestésico, firmada en
Majadahonda, con fecha de de de 20

Nombre y firma del paciente o

DNI _____

Nombre y firma de médico

Anestesiólogo

DNI _____

ANEXO 4: CUADERNO DE RECOGIDA DE DATOS

Pegatina

AXILAR

Pacte ____

SUPRACLAVICULAR

Fecha Bloqueo _____

Cirugía _____

Edad _____

Sexo M F

Altura _____

Peso _____

Diabético
Fumador
Vasculopatía
Dolor/parestesia inyección

1. ¿BLOQUEO POSIBLE?

SI NO

2. LATENCIA: (tiempo en gdo 0)

Sensitiva: Gdo 2: si frio y tacto 3/6/9/12/15/18.....
Gdo 1: No frio/si tacto
Gdo 0: no frio/ No tacto

Motor: Gdo2: Normal
Gdo 1: Debilidad 3/6/9/12/15/18.....
Gdo 0: Parálisis

(MC: flexion codo/MED: flexio Muñeca/RAD: Extensión muñeca/CUB: separación dedos)

3. ÉXITO: SI NO

4. DOLOR AL ALTA: EVA: _____

Mórfico rescate en las primeras 24 horas: SI NO

5. DN4 AL ALTA Hospitalaria _____

6. DN4 a las 6 semanas _____ EVA a las 6 semanas _____

7. ¿PRECISÓ MÁS TRATAMIENTO?

ANEXO 5. ESCALA DN4

DETECCIÓN SINTOMAS NEUROLÓGICOS POSTOPERATORIOS: (Basado cuestionario DN4 detección dolor neuropático)

Responda a las preguntas siguientes marcando sí o no en la casilla correspondiente:

1. ¿Tiene dolor en alguna zona del brazo operado? (Escala EVA)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. ¿Tiene en el brazo operado alguno de los siguientes síntomas?

	Si	No
1 Quemazón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Sensación de frío doloroso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Descargas eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

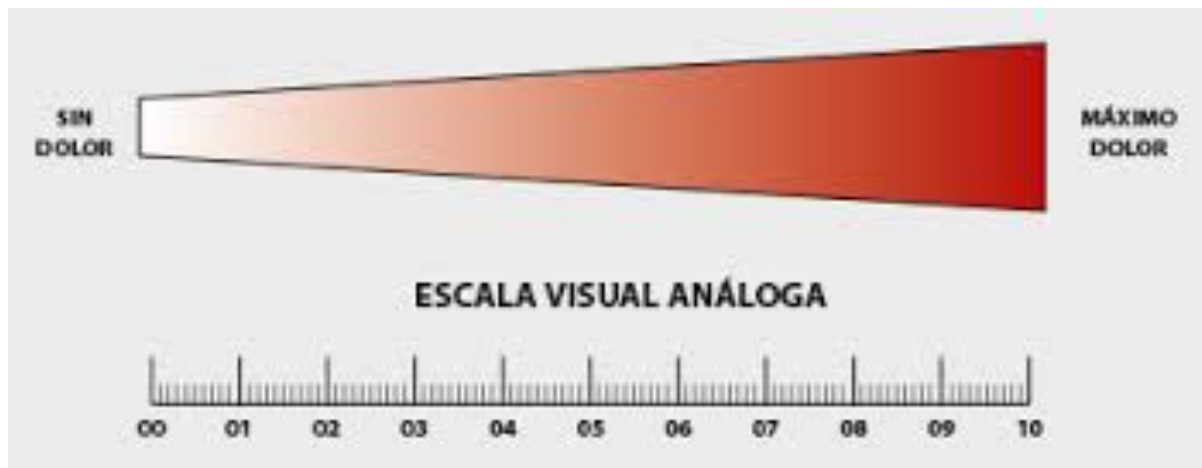
	Si	No
4 Hormigueo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Pinchazos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Entumecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Escozor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Se evidencia en la exploración alguno de estos signos ?

	Si	No
8 Hipoestesia al tacto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Hipoestesia al pinchazo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Si	No
10 ¿El roce de la ropa le provoca dolor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 6: ESCALA VISUAL ANALÓGICA



ANEXO 7: ESCALA DE SEDACIÓN DE RAMSAY

ESCALA DE SEDACIÓN DE RAMSAY	
Ansioso, agitado o intranquilo	1
Cooperador, orientado y tranquilo	2
Respuesta sólo a órdenes verbales	3
Dormido, pero con respuesta a estímulo auditivo leve	4
Dormido, sólo hay respuesta a estímulo intenso táctil	5
No hay respuesta	6

Ramsay M, Savage T, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxolone-alphadolone. BMJ 1974; 2 (920): 656-9⁷⁹

